5. Chromatgläser, s. Fig. 24, Nr. 6 und 7, mittelst Kaliumchromat in Glasschmelzen erhalten, zeigen eine gelbe Farbe. Die Absorption weicht von den vorher erwähnten Chromoxydgläsern insoferne ab, als der Absorptionsstreifen von Blau weiter gegen Blaugrün und Grün vorrückt (bis gegen E), während im Roth und Orange gleichfalls eine Absorption eintritt.

Bei den bleifreien Gläsern verlauft die Absorptionscurve langsamer im Blau als bei den Bleigläsern; bei den letzteren rückt das Absorptionsband weiter von Dunkelblau gegen Hellblau, respective Grün vor, so dass es gegen das weniger brechbare Ende des Spectrums verschoben erscheint.

6. Kupferchromatgläser, s. Fig. 24, Nr. 8, sind feurig gelbgrün und ihre Absorptionsspectren entsprechen den Mischungen von Kupferoxyd mit Chromatgläsern.

7. Kobaltgläser, s. Fig. 24, Nr. 9 (bleifrei), sind bekanntlich blau; ihr Absorptionsspectrum ist seit Langem bekannt. Dunkelblaue Kobaltgläser absorbieren das ganze Orange mit Ausnahme der dunkelrothen Strahlen nächst A und a bis B; schwächer gefärbte Gläser lassen in diesem Absorptionsbande zwei Maxima (bei C im Roth und $C\,{}^4/_5\,D$ im Orangegelb) erkennen, von denen das letztere sich über D hinaus bis ins Gelbgrün erstreckt. Für die grünen Strahlen zwischen D und E ist ein Minimum der Absorption vorhanden, dagegen tritt von E bis über F (Maximum $E\,{}^1/_2\,F$) ein drittes Absorptionsband im Blaugrün auf. Das Blau, Violett und Ultraviolett geht nahezu ungeschwächt durch Kobaltglas und es ist namentlich die grosse Durchlässigkeit für Ultraviolett bemerkenswert, welche fast dasselbe Mass erreicht, wie für weisses Glas.

Borax, mit Kobaltoxyd geschmolzen, gibt bekanntlich ein schön blaues Kobalt-Boraxglas, welches sich bezüglich seines Absorptionsvermögens ganz ähnlich dem Kobalt-Silicatglas verhält. Es sind die drei analogen Maximas im Roth, Orange und Grün vorhanden, jedoch liegen sie etwas weniger weit gegen Roth (das heisst, die Maximas entsprechen absorbiertem Lichte von etwas kürzerer Wellenlänge, als dies bei Kobalt-Silicatglas der Fall ist).

8. Nickel-Bleiglas, s. Fig. 24, Nr. 10, ist braungelb und zeigt ein wenig charakteristisches Absorptionsband im Roth, ein zweites zwischen F und G, während die Absorption im Ultraviolett sich von der Fraunhofer'schen Linie M an geltend macht.

9. Mangangläser, s. Fig. 24, Nr. 11 und 12, zeigen die bekannte violette Färbung. Ein starkes Absorptionsband, welches sich von D bis G (Maximum zwischen E und F) erstreckt, sowie die grosse Durchlässigkeit für violettes und ultraviolettes Licht sind bemerkenswert.

Bleiarme Mangangläser zeigen das Maximum der Absorption etwas mehr gegen F, während bei sehr bleireichen Gläsern das Maximum etwas mehr gegen E liegt.

10. Urangläser, s. Fig. 25, Nr. 1 und 2, sind gelbgrün gefärbt und zwar zeigen reine Alkali-Silicatgläser oder solche mit kleinen Mengen Borsäurezusatz die bekannte Fluorescenz.

Bleihältige Urangläser sind dunkelgelb und zeigen keine Fluorescenz.

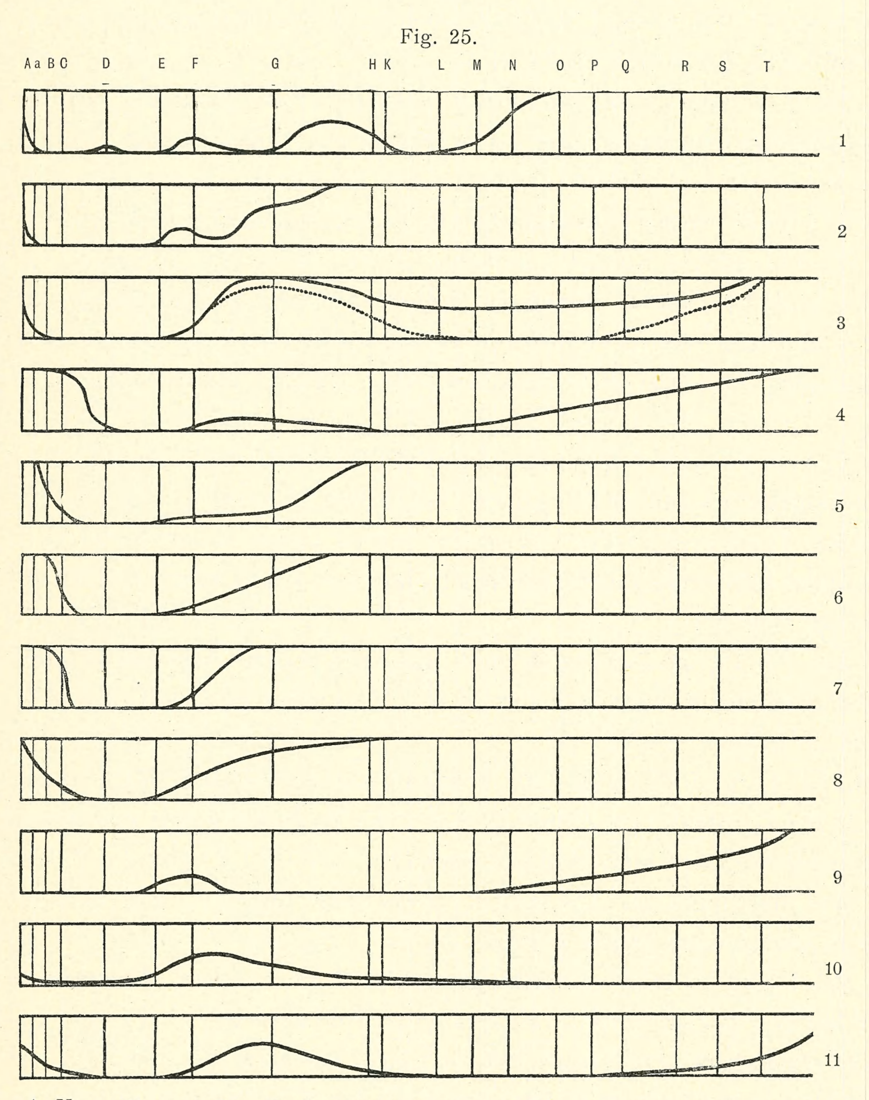
Uran-Alkalisilicatglas zeigt mehrere Absorptionsbande; ein schwaches bei D, ein stärkeres zwischen E und F und das stärkste bei $G\,{}^1/_2\,H$. Zu Beginn des Ultraviolett sinkt die Absorption, das Glas lässt ziemlich viel Ultraviolett nächst der Fraunhofer'schen Linie L durch, dann stellt sich eine rasch zunehmende Absorption für das Ultraviolett ein (s. Curve).

Bleihältige Urangläser zeigen ein etwas abweichendes Verhalten. Das vorhin erwähnte schwache Absorptionsband bei D tritt zurück, bei $E\,{}^1/_2\,F$ und $F\,{}^2/_3\,G$ sind Absorptionsmaxima kenntlich, jedoch wird gegen das stärker brechbare Spectrumende das Licht viel stärker absorbiert, als dies bei den Alkali-Silicat-Urangläsern der Fall ist; die Absorptionsbanden rücken vom brechbareren gegen das weniger brechbare Ende vor.

11. Silber-Überfangglas, s. Fig. 25, Nr. 3, ist orangegelb. Es zeigt eine starke Absorption für Blaugrün und Blau; die Absorption steigert sich von E an rasch und erreicht vor G ein Maximum. Das Absorptionsband sinkt im Violett allmählich bis über H hinaus und es findet sich bei L ein

Minimum, welches bis gegen O reicht, wonach die Absorption wieder steigt. Stark gefärbte Silbergläser lassen dieses Minimum im Ultraviolett weniger deutlich erkennen, als schwach gefärbte Gläser. Es bieten somit die orangegelb gefärbten Silber-Überfanggläser bei ihrer Verwendung zu Dunkelkammerscheiben für photographische Zwecke weniger Schutz gegen Ultraviolett als das gewöhnliche gelbe «Holzglas» (s. später); dagegen absorbiert das Silberüberfangglas das Blaugrün und Blau relativ weitaus stärker als Letzteres. Wenn trotzdem das orangegelbe Silberglas in der photographischen Praxis sich häufig günstiger als das «Holzglas» erweist, so erklärt sich das aus dem Umstande, dass das Silberglas das Maximum der Absorption gerade für jenen Bezirk aufweist, für welchen die Bromsilbergelatine das Maximum der Empfindlichkeit besitzt. Da ferner diffuses Tageslicht und in noch höherem Grade Kerzenlicht relativ arm an ultravioletten Strahlen ist, kommt im erwähnten Falle die obige Eigenschaft des Silberüberfangglases nicht störend zur Geltung, wohl aber vermag vom directen Sonnenlichte eine merkliche Menge ultravioletter Strahlen durch Silberüberfangglas zu dringen[1]).

Fig. 25.



1. Uran, Glassatz *A*, gelb, fluorescierend. — 2. Uran, Glassatz *B*, dunkelgelb, nicht fluorescierend. — 3. Silber, orangegelb. — 4. Eisenoxydul, Glassatz *B*, flaschengrün. — 5. Eisenoxyd, Glassatz *B*. — 6. Eisenoxyd, Glassatz *C*. — 7. Eisenoxyd, Glassatz *D*. — 8. Holzglas, gelb. — 9. Selenglas. — 10. Silberspiegel auf Quarzplatten. — 11. Blattgold.

An Feuer der Farbe übertrifft das Silberglas alle anderen gelben Gläser.

12. Grünes Eisenoxydulglas, s. Fig. 25, Nr. 4, erhalten durch Eintragen von Eisenvitriol in Glasflüsse und reducierendes Schmelzen derselben, meist von trübem grünen Ansehen (das sogenannte Flaschengrün). Die Absorption des Lichtes ist bei diesen Gläsern nicht besonders charakteristisch; ein breites Band im Roth und Orange, dann ein schwaches

[1]) Es ist somit die Angabe Hunt's, dass «gelbe Silbergläser keine chemisch wirksamen Strahlen hindurchlassen», eine irrige. Wir erwähnen dies ausdrücklich, weil diese Angabe in neue ausführliche Lehrbücher der Chemie und Photographie übergegangen ist, so zum Beispiel in Graham-Otto's Lehrbuch der anorganischen Chemie, 5. Aufl., Bd. II, 4. Abth., 1. Hälfte, 1886, pag. 256; in diesem Werke findet sich die ganz unrichtige Angabe, dass beiläufig denselben Zweck (wie Silberglas) Glastafeln erfüllen, welche mit einer sauren Lösung von Chininsulfat und Gummi überdeckt sind. Diese Angabe ist deshalb unrichtig, weil Chininsulfat nur das Ultraviolett bis über die Fraunhofer'schen Linien *H* und *K* absorbiert und höchstens für Chlorsilberpapiere einen beiläufigen Schutz darbietet; denn diese haben das Maximum der Empfindlichkeit an der Grenze des Violett nächst *H* und *K*. Für Bromsilber, welches das Maximum der Empfindlichkeit im Hellblau besitzt, bieten Chininsulfatschichten nur einen sehr unvollkommenen Schutz und ist die Wirkung nicht im entferntesten mit jener von gelben Gläsern zu vergleichen.

breites Absorptionsband von $E\,^2/_3\,F$ bis gegen H. Von da an bis L vermindert sich die Absorption und steigt von L bis gegen T allmählich wieder an.

13. Charakteristisch sind gelbe Eisenoxydgläser, s. Fig. 25, Nr. 5, 6 und 7. Gewöhnliche Alkalikalkgläser werden durch Eintragen von Eisenoxyd in die Schmelze hellgelb. Solche Gläser zeigen einen Absorptionsstreifen von Roth bis über Orange; Gelb und Grün dringen fast ungeschwächt durch; die Absorption erstreckt sich schwach ansteigend von E bis gegen G und wird im Ultraviolett sehr stark. Mit steigendem Bleigehalt der Glasmasse werden unter sonst gleichen Umständen die Eisenoxydgläser dunkler gelb und der Absorptionsstreifen wird von Blau weiter gegen Grün verschoben, indem die Bleigläser eine stärkere Absorption für die brechbareren Strahlen aufweisen.

14. Gelbes «Holzglas» oder Kohleglas, s. Fig. 25, Nr. 8, durch Eintauchen von Holzstäben in bleifreie Glasflüsse erhalten, ist weniger feurig gelb als Silberglas, sondern zeigt stets einen bräunlichen Ton. Sie besitzen ein hohes Absorptionsvermögen für Ultraviolett und Violett und übertreffen in dieser Beziehung weit das Silberglas. Dagegen absorbiert «Holzglas» merklich weniger Blau und steht hierin hinter dem Silberglas zurück (vergl. die Absorptionscurven Fig. 25, Nr. 3 und 8). Die gebräuchlichsten Gelbscheiben für photographische Dunkelkammern sind derartige Holzgläser. Wir bemerken, dass Combinationen von je einer orangegelben Silberüberfangglasscheibe mit einer Holzglasscheibe bei photographischen Processen einen besseren Schutz gewähren, als gleichartige Doppelscheiben einer Glasart, denn Silber- und Holzglas ergänzen sich bezüglich der Absorption im Hellblau und Ultraviolett.

15. Röthliches Selenglas, s. Fig. 25, Nr. 9, zeigt eine schwach rosenrothe Färbung. Es wurde von Herrn Reich in seiner Glasfabrik durch Eintragen von elementarem Selen in bleifreie Glasflüsse hergestellt. Das Absorptionsspectrum kann nur in Schichten von 2 bis 8 *cm* beobachtet werden. Es zeigt ein schwaches Absorptionsband im Grün (E bis F) und ein schwaches Band im Ultraviolett.

Metallische Silberspiegel, s. Fig. 25, Nr. 10. Dass dünne Silberschichten auf Glas-, respective Bergkrystallplatten viel Ultraviolett durchlassen, ist eine bereits seit langer Zeit bekannte Thatsache. Der Verlauf der Absorptionscurven musste von uns jedoch erst neu sichergestellt werden, um einen Vergleich mit den vorhin beschriebenen Absorptionsspectren möglich zu machen. Wir versilberten deshalb Quarzplatten (senkrecht zur optischen Axe geschnitten und poliert) mit Hilfe der bekannten Glasversilberungsflüssigkeit aus Silbernitrat, Weinsäure, Invertzucker, Alkali und Wasser bestehend und photographierten das Absorptionsspectrum der so erzielten sehr dünnen Silberschicht. Es ergab sich die in Fig. 25, Nr. 10, dargestellte Absorption. Dieselbe ist schwach im Roth und Gelb und steigt über Grün zu einem mässigen Maximum im Hellblau an; dann sinkt die Absorption allmählich gegen Ultraviolett, in dem sich eine nur äusserst geringe Absorption geltend macht, so dass selbst scheinbar undurchsichtige Silberspiegel fast das ganze Ultraviolett durchsetzen. Es lässt sich eine gewisse Analogie des Absorptionsspectrums von orangegelbem Silberüberfangglas und dünnen metallischen Silberschichten nicht verkennen, indem beide ein breites Absorptionsband vom Blaugrün bis zum Anhange des Ultraviolett zeigen und ferner beiden eine grosse Durchlässigkeit gegen ultraviolettes Licht zukommt. Das orangegelbe Silberüberfangglas aber zeigt eine grosse Durchlässigkeit gegen Orange und Gelbgrün, sowie eine äusserst intensive Absorption gegen Blaugrün bis Blau, während bei dünnen metallischen Silberschichten die Absorption im sichtbaren Spectrum sich zu keinem hervorragenden Maximum erhebt.

Dünnes Blattgold, s. Fig. 25, Nr. 11, erscheint im durchfallenden Lichte bekanntlich grün gefärbt. Wir haben das Absorptionsspectrum desselben photographiert, indem wir es zwischen Bergkrystallplatten pressten und das Licht einer elektrischen Bogenlampe durchfallen liessen. Es zeigte sich eine Absorption im Roth und ein breites Absorptionsband im Blau, dessen Maximum bei G liegt. Gelbes, grünes, sowie blaugrünes Licht werden reichlich durchgelassen, ebenso Ultraviolett von K bis O, stärker brechbare Strahlen werden von Blattgold absorbiert, so dass Blattsilber auffallend durchlässiger hiefür als jenes ist.

Auch hier fällt eine gewisse Ähnlichkeit des Absorptionsspectrums mit jenem von Goldrubin (s. vorher) auf, welche noch grösser ist als beim Silber. Das Maximum der Absorption des Goldrubinglases (zwischen *D* und *E*) liegt jedoch weiter gegen das brechbare Ende, als jenes des metallischen Blattgoldes.

Überblickt man die beschriebenen Untersuchungsergebnisse bezüglich der Absorptionsspectren von farbigen Gläsern verschiedener Zusammensetzung, so fallen gewisse Unterschiede der mit Metalloxyden gefärbten bleifreien und der bleihältigen Gläser auf. Die Absorptionsspectren der letzteren sind bei den von uns untersuchten Gläsern weiter gegen das weniger brechbare Ende vorgerückt, als bei den analog mit Metallverbindungen gefärbten bleifreien Glasflüssen. Dies gilt für Kupferoxyd-, Chromoxyd-, Mangan- und Eisenoxydgläser und dementsprechend ändert sich die Farbennuance dieser Gläser mit steigendem Bleigehalte. Der Grund dieser Erscheinung dürfte in jenen Absorptionsphänomenen zu suchen sein, welche durch die Kundt'sche Regel[1]) ausgedrückt werden, nach der «die Absorptionsstreifen umso mehr nach Roth hin rücken, je stärker die brechende Kraft des Lösungsmittels ist».

Wenn auch die Regel bei weitem keine allgemeine Giltigkeit hat und sehr viele Körper von ihr abweichend sich verhalten, so trifft sie doch bei den wichtigsten farbigen Glasmassen zu, indem die bleihältigen Gläser durchschnittlich ein stärkeres Brechungsvermögen aufweisen, als die bleifreien Gläser und in der That bei ersteren die Absorptionsstreifen gegen das weniger brechbare Ende des Spectrums (das ist gegen Roth) gerückt werden.

Die Regel scheint auch für viele gefärbte und durchsichtige Mineralien zu gelten.

Auch die Absorptionsspectren der Kobaltgläser und Boraxkobaltschmelzen folgen ihr. Das Boraxglas besitzt einen kleineren Brechungsindex als gewöhnliches Crownglas[2]) und bei letzterem tritt die Verschiebung der Absorptionsstreifen im Sinne der genannten Regel ein. Die Absorptionsspectren von metallischem Silber und Silberüberfangglas zeigen, wie erwähnt, eine unverkennbare Analogie, wenn auch in diesem Falle die Kundt'sche Regel nicht zuzutreffen scheint. Dagegen fügt sich merkwürdigerweise das Blattgold, respective dessen Absorptionsspectrum im Vergleiche mit dem in Glasflüssen gelösten Gold (Goldrubin) der Kundt'schen Regel, indem das in einer Substanz von hohem Brechungsindex (in Glas gelöste) Gold die Absorptionsbanden weiter gegen das rothe Ende des Spectrums verschoben zeigt, als dies beim Blattgold für sich allein der Fall ist.

Die Analogie der Absorptionsspectren von Gold- und Silbergläsern mit den Absorptionsspectren dünner Schichten dieser Metalle selbst ist vielleicht kein Zufall, sondern kann als eine Auflösung der fein vertheilten Metalle in Glasflüssen gedeutet werden.

---

[1]) H. W. Vogel: «Praktische Spectralanalyse irdischer Stoffe», I. Th., Berlin 1889, pag. 124.

[2]) Gewöhnliches Crownglas hat durchschnittlich einen Brechungsexponenten von 1·52 bis 1·53 für *D*, während Borax einem solchen von 1·51 entspricht; s. Landolt und Börnstein: «Physikalisch-chemische Tabellen», 2. Aufl., 1894, pag. 385.

Über das Spectrum des Kaliums, Natriums und Cadmiums bei verschiedenen Temperaturen.

Von

J. M. Eder und E. Valenta.

(Vorgelegt in der Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 7. Juni 1894.)

Von den Spectren der Alkalimetalle können die Bogenspectren als völlig sichergestellt gelten, was wir den umfassenden sorgfältigen Untersuchungen von Kayser und Runge[1]) zu danken haben; die Flammenspectren haben wir selbst bezüglich ihres ganzen Verlaufes im Ultraviolett eingehend studiert[2]) und gezeigt, dass einige ultraviolette Hauptlinien hiebei auftreten, welche für diese Spectren der Alkalimetalle charakteristisch sind, so zwar, dass diese in der That einen weniger einfachen Bau zeigen, als man früher annahm.

Bezüglich der Funkenspectren der Alkalimetalle lagen aber bisher keine vollständigen Angaben vor, weil Huggins, Thalén, sowie Lecocq de Boisbaudran blos im sichtbaren Theile dieser Spectren Messungen anstellten, wogegen das violette Spectrum theilweise, das ultraviolette gänzlich unbekannt blieb. Die Unsicherheit, welche bezüglich des Funkenspectrums der Alkalimetalle, speciell des Kaliums herrscht, erwähnten bereits Kayser und Runge («Über die Spectren und Elemente», III. Berliner Akademie der Wissenschaften); daselbst heisst es: «Von Lecocq[3]), Huggins[4]) und Thalén sind im Funkenspectrum noch einige Linien beobachtet worden, welche weder Liveing und Dewar noch wir jemals im Bogenlichte gesehen haben. Wir mussten es dahingestellt sein lassen, ob dies wirklich zu Kalium gehörige Linien sind, die höheren Temperaturen entsprechen, oder ob sie, was wahrscheinlicher ist, von Verunreinigungen herrühren; einzelne scheinen zu Strontium zu gehören».

Lecocq's Methode eignet sich nicht gut für die Untersuchung des ultravioletten Theiles des Spectrums der Alkalimetalle, wenn Salzperlen verwendet werden, wegen des häufigen Auftretens der photographisch sehr wirksamen ultravioletten Linien des Platins. Huggins[5]) erkannte die störende Wirkung der Ver-

---

[1]) «Über die Spectren der Elemente», Berlin, III. Abschn., 1890 (Anhang zu den Abhandl. d. kgl. preuss. Akad. d. Wiss.).

[2]) Vergl. pag. 87 dieser Abhandlungen.

[3]) Lecocq de Boisbaudran («Spectres lumineux», Paris 1881, mit Tafeln) erhielt das Funkenspectrum von Kalium und Natrium durch Überschlagenlassen des Inductionsfunkens zwischen Platinelektroden, an deren Enden sich schmelzende Salzperlen befanden (E. u. V.).

[4]) W. Huggin's untersuchte die Spectren von Kalium, Natrium und Lithium mittelst eines Spectroskopes von 6 Prismen und benützte den Funken eines Inductoriums von ungefähr 15 englischen Meilen secundäre Spulenwickelung und eine Grove-Batterie von 2 bis 4 Elementen, sowie Leydenerflaschen (E. u. V.).

[5]) Philos. Transact. of the Royal Soc., London 1865, Bd. CLIV, pag. 139.

unreinigungen des käuflichen Natriums und trachtete diese zu eliminieren, indem er sich aus reinem Chlornatrium und Quecksilber ein Natriumamalgam herstellte und den Funken zwischen diesem Amalgame und einem Platindraht überschlagen liess; auch verwendete er Wolle mit Lösungen von $NaCl$ und $NaNO_3$ befeuchtet einerseits und Platin andererseits als Elektroden, wobei einige Hauptlinien des Natriumspectrums erhalten wurden. Kaliummetall als Elektroden verwendet, ergab Huggins gute Resultate, weniger brauchbar erwies sich in diesem Falle Kaliumamalgam, da hiebei die Kaliumlinien stark zurücktraten.

Kaliumsalze in wässeriger Lösung gaben viel schlechtere Resultate als Metall, weil das Vorhandensein der grossen Menge Wasserdampf die Temperatur des Funkens ungünstig beeinflusst.

In Erkenntnis der Thatsache, dass die im käuflichen Kaliummetall häufig vorhandenen Verunreinigungen sehr störend wirken können, haben wir besondere Vorsicht auf die Reinigung des Metalles verwendet und namentlich durch wiederholte sorgsam durchgeführte Destillation im Vacuum des als «chemisch rein» von Dr. Th. Schuchardt in Görlitz bezogenen Metalles, dasselbe von allen schwer flüchtigen Stoffen befreit, so dass Strontium oder ein anderes Erdalkalimetall in den von uns zur Untersuchung verwendeten Metallen gewiss nicht vorhanden war.

Wir stellten mit dem von uns gereinigten Kalium- und Natriummetall sowohl Bogen- als Funkenspectren her; die ersteren sollten nur zum Vergleiche mit den Kayser und Runge'schen Spectren dienen, deren Wellenlängen für die Kalium- und Natriumlinien wir unmittelbar für unsere weiteren Untersuchungen übernahmen.

A. Bogenspectrum des Kaliums und Natriums.

Ein lichtstarkes Bogenspectrum der Alkalimetalle ist sehr leicht herzustellen, indem man in die ausgehöhlten Kohlen einer Bogenlampe (wir benützten eine Siemens'sche Gleichstromlampe von 2 bis 4000 Kerzen Helligkeit) Metallstücke bringt. Die Belichtungszeit ist in diesem Falle bei eng gestelltem Spalte nur wenige Secunden.

Auch die Salze der Alkalien geben auf diese Art im Flammenbogen die entsprechenden Spectren mit voller Klarheit, ohne dass irgend welche Linien, die bei Verwendung der metallischen Elemente direct auftreten, ausbleiben würden (im Gegensatze zum Funkenspectrum).

Die ultravioletten Linien im Bogenspectrum des Kaliums sind sehr lichtschwach und erscheinen nur bei Gegenwart von sehr viel Kalisalzen als umgekehrte Linien. Namentlich von der Kaliumlinie $\lambda = 4870$ angefangen erscheinen die brechbaren Linien hiebei so schwach, dass sich dieselben fast der Beobachtung entziehen, wie Kayser und Runge angeben. Ferner macht sich die gleichfalls von Kayser und Runge zuerst beobachtete Erscheinung der Umkehrung der ultravioletten Kaliumlinien im Bogenspectrum geltend, wobei sich diese Linien nicht verbreitern; es mangelt deshalb der dunkle Rand seitwärts der umgekehrten Linien und sie heben sich kaum merklich vom schwachen continuierlichen Hintergrunde ab. Wir konnten die von Kayser und Runge angegebenen Kaliumlinien $\lambda = 3034 \cdot 9$, $2992 \cdot 3$, $2963 \cdot 4$, $2942 \cdot 8$ niemals beobachten, führen dieselben jedoch in unseren Tabellen über das Kaliumbogenspectrum an, da wir an der Richtigkeit der Beobachtungen Kayser und Runge's keineswegs zweifeln. Dagegen haben wir diese Linien in unserer Tabelle über das Funkenspectrum des Kaliums nicht aufgenommen, weil wir dieselben nicht wahrnehmen konnten, obschon in diesen Bezirken andere schwache Kaliumlinien ganz deutlich constatiert und gemessen werden konnten.

Das Bogenspectrum des Natriums enthält zahlreiche Linienpaare, deren Verhalten von Kayser und Runge eingehend studiert wurde. Die *D*-Linien und die ersten ultravioletten Natriumlinien erscheinen sehr leicht und sind auch leicht umkehrbar. Die genannten Forscher beobachteten einen regelmässigen Wechsel von schärferen und minder schärferen Paaren.

B. Das Funkenspectrum des Kaliums und Natriums.

Das Funkenspectrum von Kalium und Natrium lässt sich durch Überschlagen des elektrischen Funkens eines kräftigen Inductoriums (unter Einschaltung einiger Leydenerflaschen) zwischen Elektroden, welche aus den genannten Metallen bestehen, leicht herstellen, wenn die Gegenwart von Sauerstoff ausgeschlossen wird; ebenso kann es erhalten werden, wenn man Elektroden aus Kohle verwendet, welche mit Lösungen der Salze oder mit geschmolzenen Alkalisalzen imprägniert sind. Die Funkenspectren sind jedoch nicht immer gleich vollkommen ausgebildet, sondern es hängt dies von der Versuchsanordnung ab.

Unter allen Umständen ist aber das Funkenspectrum der Alkalimetalle stets viel linienreicher als dies beim Bogenspectrum der Fall ist, indem zahlreiche neue, namentlich ultraviolette Linien auftreten; auch scheint der Linienbau nicht mehr so einfach zu sein, was besonders beim Funkenspectrum des Natriums auffällt. Bei diesem Spectrum beherrschen nicht mehr die regelmässigen Doppellinien (namentlich im stärker brechbaren Theile) das Feld, wie dies beim Bogenspectrum in so auffälliger Weise der Fall ist. Das Funkenspectrum der Alkalimetalle ist viel schwieriger von genügender Helligkeit und andauernder Gleichmässigkeit zu erhalten, als das Bogenspectrum. Der Funke zwischen den Alkalimetallelektroden muss in einer trockenen Wasserstoffatmosphäre erzeugt werden, da die geringsten Spuren von Feuchtigkeit im Wasserstoff bei den langen erforderlichen Belichtungszeiten eine merkliche Oxydation des Metalles herbeiführen und so die Helligkeit des Funkens beeinträchtigen würden; deshalb ist es nöthig, das zur Verwendung kommende Wasserstoffgas vorerst mittelst Schwefelsäure und Phosphorpentoxyd sorgfältig von Spuren der Feuchtigkeit zu befreien. Versucht man es, das Linienspectrum der Alkalimetalle mittelst eines kräftigen Flaschenfunkens zu erzeugen, so gelingt dies bei Verwendung der Metalle stets nur schwierig, weil die Elektroden abschmelzen [1]). Deshalb gelang uns die Herstellung eines für die Spectrumphotographie genügend andauernden Funkens nur mit Hilfe eines schwächeren Inductoriums (2 bis 5 *cm* Schlagweite des Funkens), welches mit einer einzigen Flasche verstärkt wurde. Auf diese Weise erhält man einen gleichmässig hellen Funken, welcher sich spectroskopisch gut untersuchen lässt, aber auf photographische Platten sehr schwach einwirkt, so dass die Expositionsdauer auf 6 bis 10 Stunden verlängert werden muss. Dabei erhielten wir, wenn die Centrierung nach dem mehrmals vorgenommenen Reinigen der Elektroden präcise geschah und die Temperatur eine annähernd constante blieb, Spectrumphotographien von grosser Schärfe mittelst des Quarzspectrographen. Geschmolzene Alkalimetalle lassen sich in der von Lecocq angegebenen Weise (s. auch Vogel [2]) jedoch nur unter Verwendung von Kohlenspitzen zu Funkenspectren brauchen und haben wir die Angabe Lecocq's, wonach die besten Resultate mit teigartig erweichten (statt völlig geschmolzenen) Salzen erzielt werden, bei unseren Versuchen bestätigt gefunden. Bemerkenswert ist der Umstand, dass Kalium- und Natriumsalze sich nicht gleich in dieser Beziehung verhalten. Bei Natriumsalzen erhält man gute Spectren, selbst wenn die Bunsenflamme, welche zum Erwärmen der Salze auf den Elektroden dient, zwischen diesen letzteren hindurchstreicht. Bei Kaliumsalzen dagegen ist eine etwas niedrigere Temperatur besser; wenn die Flamme plötzlich abgedreht oder ein Luftzug erzeugt wird, durch den Abkühlung erfolgt, tritt ein stärkeres Leuchten des Funkens und ein Hervortreten der Linien auf.

Bei Verwendung von wässerigen Lösungen der Alkalisalze werden stets nur unvollkommene Spectren erzielt, welche sich auf die Hauptlinien beschränken.

---

[1]) Natriumzinkelektroden, welche wir in der Weise herstellten, dass wir metallisches Zink und Natrium im Vacuum zusammenschmolzen und daraus Stäbchen schnitten, vertragen stärkere Funken an der Luft (kräftiges Inductorium mit drei Flaschen), wobei in zehn Minuten starke Natriumlinien erhalten werden, wobei selbstverständlich das Zink im Spectrum eliminiert werden muss.

[2]) «Praktische Spectralanalyse irdischer Stoffe», Berlin 1889, I, pag. 183.

Beim Natriumspectrum, wenn dasselbe im Funken mit Kohlenelektroden, gleichgiltig, ob unter Verwendung von Soda- oder Chlornatriumlösung oder mittelst der geschmolzenen Salze, hergestellt wurde, erscheint stets dominierend im sichtbaren Theile die Natriumlinie $D\left(<\begin{matrix}5896\\5890\end{matrix}\right)$, dann fast ebenso stark (wenn auch nicht ganz so intensiv) die Natriumlinie $<\begin{matrix}5688\\5682\end{matrix}\Big\}$, welche Linien auch bei Benützung von Metallelektroden dominieren. Dagegen sind die anderen von Lecocq und Anderen beobachteten Linien des Natriumfunkenspectrums sehr schwach und fehlen beispielsweise in der Spectrumphotographie des Flaschenfunkens, welcher zwischen den mit Natriumsalzen imprägnierten Kohlen überschlägt, bei einstündiger Belichtung. Das vollständige Funkenspectrum des Natriums erhält man stets nur zwischen Metallelektroden.

Was die zu unseren Versuchen angewendeten Apparate anbelangt, so benützten wir zu den Aufnahmen des ultravioletten Theiles den in früheren Abhandlungen beschriebenen Quarzspectrographen mit einem Cornu'schen Prisma und Linsen von 75 *cm* Brennweite; für den sichtbaren Theil dagegen wurde ein neuer Apparat (Glasspectrograph [1]) mit einem Steinheil'schen Compoundprisma grösster Dispersion und Linsen von 1 *m* Focus verwendet, der für unsere Zwecke von Herrn Eugen von Gothard in ausgezeichneter Weise construiert wurde und gewissermassen eine Ergänzung der Resultate gibt, welche der Quarzspectrograph liefert.

Spectrum des Natriums (bezogen auf Rowland's Normalspectrum).

	Flammenspectrum Eder und Valenta			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
	—	—		6161·2	8	unscharf nach Roth	6161·2	8	deutlich, scharf
	—	—		6154·6	8		6154·6	8	
D = Linie	5896·2	10	scharf	5896·2	10	umgekehrt	5896·2	10	
	5890·2	10		5890·2	10		5890·2	10	
	—	—		5688·3	8	unscharf nach Roth	5688·3	6	etwas unscharf nach Roth
	—	—		5682·9	6		5682·9	6	ziemlich scharf
	—	—		5675·9	2	unscharf nach Violett	5675·9	1	undeutlich
	—	—		5670·4	2		5670·4	1	
Grün	—	—		5153·7	6	etwas unscharf nach beiden Seiten	5153·7	5	scharf
	—	—		5149·2	6		5149·2	5	
	—	—		4983·5	6	unscharf nach Roth	4983·5	6	
	—	—		4979·3	6		4979·3	6	
Blau	—	—		4752·2	4	etwas unscharf nach beiden Seiten	4752·2	2	
	—	—		4748·4	4		4748·4	2	
	—	—		4669·4	4	unscharf nach Roth	4669·4	3	etwas unscharf nach Roth
	—	—		4665·2	4		4665·2	3	ziemlich scharf
Indigo	—	—		—	—		4581·7	1	sehr schwach
	—	—		—	—		4573·6	1	
	—	—		—	—		4570·4	1	
	—	—		—	—		4565·2	1	
	—	—		—	—		4555·7	1	
	—	—		4546·0	2	etwas unscharf nach beiden Seiten	4546·0	2	ziemlich scharf
	—	—		4542·8	2		4542·8	2	
	—	—		—	—		4539·0	1	schwach
	—	—		4500·0	2	sehr unscharf	4500·0	3	etwas unscharf
	—	—		4494·3	2		4494·3	3	
	—	—		4423·7	1	von K. u. R. nicht gemessen, blos von Liveing und Dewar übernommen	—	—	
	—	—		4420·2	1		—	—	

[1] Die nähere Beschreibung dieses Apparates werden wir in einer späteren Abhandlung geben.

	Flammenspectrum Eder und Valenta			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Indigo	—	—		4393·7	1	von K. u. R. nicht gemessen, blos von Liveing und Dewar übernommen	4393·7	1	sehr undeutlich
	—	—		4390·7	1		4390·7	1	
Ultraviolett	—	—		—	—		3533·8	2	scharf
	—	—		3303·1	8	umgekehrt	3303·1	10	
	3302·5	8		3302·5	8		3302·5	10	
	—	—		—	—		3284·9	2	ziemlich scharf
	—	—		—	—		3280·8	2	
	—	—		—	—		3212·1	2	
	—	—		—	—		3093·1	6	scharf
	—	—		—	—		3078·5	3	
	—	—		—	—		3075·9	1	undeutlich
	—	—		—	—		3069·5	1	
	—	—		—	—		3056·4	3	scharf
	—	—		—	—		3054·2	2	
	—	—		—	—		3037·2	1	undeutlich
	—	—		—	—		2984·3	2	scharf
	—	—		—	—		2980·4	2	
	—	—		—	—		2975·5	2	
	—	—		—	—		2951·4	2	scharf
	—	—		—	—		2921·4	1	undeutlich
	—	—		—	—		2919·0	1	
	—	—		—	—		2906·0	3	scharf
	—	—		—	—		2903·0	1	undeutlich
	2852·9	2		2852·9	2	umgekehrt	2852·9	10	scharf
	—	—		—	—		2841·8	2	
	—	—		—	—		2809·0	3	
	—	—		2680·5	4	umgekehrt	2680·5	8	
	—	—		—	—		2672·2	1	undeutlich
	—	—		—	—		2661·9	1	
	—	—		—	—		2612·5	2	scharf
	—	—		2594·0	2	umgekehrt	2594·0	3	
	—	—		2543·9	1		2543·9	1	
	—	—		2512·2	1		2512·2	1	
	—	—		—	—		2502·1	1	
	—	—		—	—		2493·4	4	
	—	—		—	—		2138·4	1	kehrt sich leicht um

Die Intensität *i* der schwächsten Linie wurde = 1, jene der stärksten = 10 gesetzt.

Spectrum des Kaliums (bezogen auf Rowland's Normalspectrum).

	Flammenspectrum Eder und Valenta			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Roth	7699	10	nicht scharf	7699·3	10	umgekehrt	7699·3	8	ziemlich scharf
	7666	10		7665·6	10		7665·6	8	
	7040	1	undeutlich	—	—		—	—	
	—	—		6938·8	8		6938·8	8	scharf
	—	—		6911·2	8		6911·2	7	
Gelb	5832	5		5832·2	4	verbreitert nach Roth	5832·2	3	ziemlich scharf
	—	—		5812·5	2		5812·5	3	
	5802	8		5802·0	6		5802·0	4	
	5783	5		5782·7	6		5782·7	3	
	—	—		5359·9	4	verbreitert nach Roth	5359·9	8	
	5344	4		5343·4	2		5343·4	1	undeutlich
Grün	—	—		5340·1	4		5340·1	8	ziemlich scharf
	—	—		5323·6	4		5323·6	2	
	—	—		5112·7	2		5112·7	2	

	Flammenspectrum Eder und Valenta			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerknng
Grün	5100	3		5099·6	2	verbreitert nach Roth	5099·3	2	
	—	—		5097·8	1		—	—	
	—	—		5084·5	2		5084·5	1	sehr undeutlich
	—	—		—	—		5057·4	1	
	—	—		—	—		5006·8	2	ziemlich deutlich
	—	—		4965·5	1	verbreitert nach Roth	4965·5	1	undeutlich
	—	—		4956·8	1		—	—	
	4950	3		4952·1	1		—	—	
	—	—		4943·1	1		4943·8	1	schwach
	—	—		4870·8	1	unscharf, von Kayser und Runge nicht gemessen; blos von Liveing und Dewar übernommen	—	—	nicht gesehen
Blau	—	—		4863·8	1		—	—	
	—	—		4856·8	1		—	—	
	—	—		4850·8	1		—	—	
	—	—		—	—		4832·3	3	scharf
	—	—		4808·8	1	unscharf, von Kayser und Runge nicht gemessen; blos von Leveing und Dewar übernommen	—	—	nicht gesehen
	—	—		4803·8	1		—	—	
	—	—		4796·8	1		—	—	
	—	—		4788·8	1		—	—	
	—	—		—	—		4660·7	3	scharf
	—	—		—	—		4650·7	2	
	—	—		—	—		4609·5	6	
	—	—		—	—		4506·1	5	
Indigo	—	—		—	—		4467·5	5	
	—	—		—	—		4457·2	1	undeutlich
	—	—		—	—		4424·3	1	
	—	—		—	—		4388·2	3	scharf
	—	—		—	—		4309·3	1	ziemlich scharf
	—	—		—	—		4305·1	2	
	—	—		—	—		4263·2	6	scharf
	—	—		—	—		4225·7	6	
Violett	—	—		—	—		4223·1	6	
	—	—		—	—		4210·3	1	schwach
	—	—		—	—		4186·3	8	sehr deutlich
	—	—		—	—		4149·1	6	scharf
	—	—		—	—		4134·7	6	
	—	—		—	—		4115·1	4	
	—	—		4047·4	8	umgekehrt	4047·4	10	scharfe Doppellinie
	4045·8	10	verbreiterte Linie						
	—	—		4044·3	8		4044·3	10	
	—	—		—	—		4040·2	1	schwach
	—	—		—	—		4026·0	1	
	—	—		—	—		4018·8	1	sehr undeutlich
	—	—		—	—		4012·3	2	
	—	—		—	—		4001·2	6	scharf
	—	—		—	—		3995·0	1	ziemlich scharf
	—	—		—	—		3972·6	3	
	—	—		—	—		3966·7	4	scharf
Ultraviolett	—	—		—	—		3955·3	4	
	—	—		—	—		3943·3	2	
	—	—		—	—		3934·7	1	ziemlich scharf
	—	—		—	—		3927·0	1	
	—	—		—	—		3923·8	1	
	—	—		—	—		3898·1	8	scharf
	—	—		—	—		3884·2	1	
	—	—		—	—		3879·2	1	
	—	—		—	—		3874·1	2	
	—	—		—	—		3862·3	1	
	—	—		—	—		3818·5	1	verbreitert
	—	—		—	—		3800·8	1	ziemlich scharf

	Flammenspectrum Eder und Valenta			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
	—	—		—	—		3783·2	3	
	—	—		—	—		3767·1	1	
	—	—		—	—		3757·4	1	ziemlich scharf
	—	—		—	—		3749·1	1	
	—	—		—	—		3744·5	1	
	—	—		—	—		3739·2	1	
	—	—		—	—		3727·5	1	sehr undeutlich
	—	—		—	—		3716·9	1	
	—	—		—	—		3713·2	1	
	—	—		—	—		3682·3	4	scharf
	—	—		—	—		3670·2	1	undeutlich
	—	—		—	—		3618·4	3	
	—	—		—	—		3610·4	2	scharf
	—	—		—	—		3531·2	2	
	—	—		—	—		3481·5	1	undeutlich
	—	—		—	—		3476·7	1	
	3447·2	4	stark verbreiterte Linie	3447·5	6	umgekehrt	3447·0	10	wahrscheinlich eine Doppellinie, jedoch nicht deutlich aufgelöst
				3446·5	8				
	—	—		—	—		3440·5	6	scharf
	—	—		—	—		3433·8	1	
	—	—		—	—		3421·5	1	ziemlich scharf
	—	—		—	—		3403·8	2	
	—	—		—	—		3385·4	6	scharf
	—	—		—	—		3381·4	6	
	—	—		—	—		3373·0	1	schwach
	—	—		—	—		3362·8	1	
	—	—		—	—		3345·5	8	
	—	—		—	—		3326·4	1	
Ultraviolett	—	—		—	—		3322·0	1	
	—	—		—	—		3312·3	3	scharf
	—	—		—	—		3290·8	3	
	—	—		—	—		3224·7	1	
	—	—		—	—		3220·9	2	
	—	—		3217·8	4	umgekehrt	3217·5	2	wahrscheinlich doppelt
	3217·5	1	verschwommene Linie	3217·3	6				
	—	—		—	—		3209·0	1	ziemlich scharf
	—	—		—	—		3202·1	1	
	—	—		—	—		3190·2	2	verschwommen
	—	—		—	—		3169·2	1	ziemlich scharf
	—	—		—	—		3157·5	1	
	—	—		—	—		3143·7	3	scharf
	—	—		—	—		3129·3	4	
	—	—		—	—		3104·5	5	verbreitert
	—	—		3102·4	2	umgekehrt	3102·3	1	sehr schwach
	—	—		3102·2	4				
	—	—		—	—		3074·6	1	undeutlich
	—	—		—	—		3067·3	1	
	—	—		—	—		3062·4	6	scharf
	—	—		—	—		3056·1	1	undeutlich
	—	—		—	—		3051·5	1	
	—	—		3034·9	4	umgekehrt	—	—	
	—	—		—	—		3030·0	1	undeutlich
	—	—		—	—		3023·0	1	
	—	—		2992·3	2	umgekehrt	2992·3	4	scharf
	—	—		—	—		2986·0	1	undeutlich
	—	—		2963·4	1	umgekehrt	—	—	
	—	—		—	—		2938·7	1	undeutlich
	—	—		2942·8	1	umgekehrt	—	—	

	Flammenspectrum Eder und Valenta			Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		—	—		2853·5	1	undeutlich
	—	—		—	—		2833·0	2	verbreitert
	—	—		—	—		2819·0	1	sehr schwach
	—	—		—	—		2780·5	1	
	—	—		—	—		2736·2	1	undeutlich
	—	—		—	—		2690·4	1	
	—	—		—	—		2662·5	1	schwach
	—	—		—	—		2635·3	1	
	—	—		—	—		2614·0	1	
	—	—		—	—		2549·4	2	ziemlich scharf
	—	—		—	—		2440·9	1	schwach
	—	—		—	—		2379·5	1	
	—	—		—	—		2358·9	1	undeutlich
	—	—		—	—		2350·4	1	
	—	—		—	—		2344·7	1	
	—	—		—	—		2341·7	1	
	—	—		—	—		2274·4	1	
	—	—		—	—		2268·1	1	
	—	—		—	—		2261·8	1	sehr schwach
	—	—		—	—		2258·3	1	
	—	—		—	—		2254·9	1	
	—	—		—	—		2248·4	1	
	—	—		—	—		2243·5	1	
	—	—		—	—		2203·9	1	

Bevor wir näher auf die Tabellen eingehen, muss erwähnt werden, dass wir einige Linien gemeinschaftlich im Funkenspectrum des Kaliums und Natriums fanden; diese Linien gehören zum Theile, wie es sich herausstellte, dem Linienspectrum des Kohlenstoffes an und dürften wohl von Spuren von Petroleumäther herrühren, welchen wir zur Entfernung des Steinöles von den Metallstücken, die wir zur Herstellung der Elektroden verwendeten, benützten. Dieselben haften dem Kalium und Natrium sehr zähe an und werden durch den Flaschenfunken in der Wasserstoffatmosphäre zerlegt, wobei sie das Linienspectrum des Kohlenstoffes geben, das sich in den Hauptlinien $\lambda = 2508$, 2479, 2276 etc. deutlich erkennen lässt. Ausserdem tritt das Linienspectrum des Wasserstoffes, dessen Hauptlinien stark verbreitert sind[1], auf und es treten überdies noch andere dem Kalium und Natrium gemeinsame Linien hervor, deren Provenienz wir derzeit nicht genau feststellen konnten. In dem Funkenspectrum der Alkalimetalle (in einer Atmosphäre von getrocknetem reinen Wasserstoff) finden sich nämlich mit annähernd gleicher Intensität ziemlich deutliche Linien, deren Wellenlängen $\lambda = 3190$, 3149, 3143, 3135, 3129, 3074, 2918 sind[2], deren durchschnittliche Intensität allerdings kaum mehr als 1 bis 2 beträgt. Vielleicht sind dies Linien, welche in irgend einer Weise auf Kohlenstoff oder Kohlenwasserstoff zurückzuführen sind oder dieselben gehören einem anderen Elemente an, worüber wohl noch im weiteren Verlaufe unter Heranziehung anderer Elemente in unsere Versuchsreihe Aufschluss zu erwarten ist. Als unbekannte helle umgekehrte scharfe Linie trat bei unseren Kalium- und Natriumspectren eine Linie von der Wellenlänge $\lambda = 2536{\cdot}5$ auf. Wir konnten uns anfänglich die Provenienz dieser stets auftretenden Linie, welche sich von dem schwach continuierlichen Spectrum, das stets den Alkalimetallspectren zu Grunde liegt, sehr deutlich abhebt und umgekehrt ist, nicht erklären, bis eine andere Versuchsreihe über Quecksilberspectren uns die Gewissheit gab, dass die fragliche Linie eine Quecksilberlinie (ultraviolette Hauptlinie des Queck-

[1]) Vergl. pag. 58 und 75 dieser Abhandlungen.

[2]) Ibid.

silbers) sei, welche, selbst wenn nur ganz minimale Spuren von Quecksilber vorhanden sind, hervortritt. Unser Kalium- und Natriummetall wurde aber durch Destillation im Vacuum (mittelst der Quecksilberpumpe) gereinigt, wobei trotz der langen Glasröhren, welche Pumpe und Destillationsgefäss verbanden, doch Spuren von Quecksilberdampf zu den Metallen gelangt sein dürften. Diese umgekehrte Quecksilberlinie tritt übrigens sogar dann auf, wenn im Arbeitsraume viel Quecksilber zufällig verschüttet wurde, so dass Spuren von Quecksilberdämpfen in die Umgebung des Funkens gelangen und bei der lange andauernden Belichtung Veranlassung zur Bildung der genannten Quecksilberlinie im Spectrum des Kaliums und Natriums geben.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit zunächst dem durch uns genauer bekannt gemachten Funkenspectrum von Kalium und Natrium zu, so ergibt sich, dass wir, trotzdem wir alle fixen Verunreinigungen aus den von uns zu den Versuchen benützten Metallen ausgeschieden hatten, dennoch im sichtbaren Theile alle von Thalén im Funkenspectrum beobachteten Linien wiederfanden; wir sind daher überzeugt, dass dieser Spectroskopiker wahre Kaliumlinien beobachtet hat und dass diese Linien somit nicht einer Verunreinigung durch Strontium, wie Kayser und Runge vermuthet haben, zuzuschreiben sind.

Huggins führt allerdings einige Linien als Kaliumlinien an, welche wir als fremde Linien bezeichnen mussten und dieselben deshalb aus dem Verzeichnisse der dem Kaliumfunkenspectrum angehörigen Linien gestrichen haben; es sind dies die Linien $\lambda = 6305$, 6246 und 6516. Von Lecoq's Linien haben wir blos $\lambda = 5638$, 5050 und 5025 nicht anfgefunden, während wir alle anderen von ihm angeführten Kaliumlinien wiederfanden.

Auffallend ist, dass sowohl beim Funken- als auch beim Bogenspectrum des Kaliums, Natriums und Lithiums das continuierliche Spectrum (Blau, Violett und beim Beginne des Ultraviolett) bei Kalium stets am stärksten hervortritt, dann folgt Natrium, endlich Lithium. Der analoge Fall tritt bei unseren Photogrammen der Bunsen-Flammenreaction ein. Das Spectrum des Kaliums und Natriums ist somit nach unseren Beobachtungen, je nach der bei den Versuchen herrschenden Temperatur (Flamme, Bogenlicht, Funken) und vielleicht auch beeinflusst von der elektrischen Erregungsform nicht nur im sichtbaren Theile, wie bereits Lecoq[1]) und Andere gezeigt haben, sondern noch mehr im ultravioletten Theile ein variables.

Bei den von uns eingehaltenen Versuchsbedingungen herrschten Temperaturen von 1000 bis 100000° C., wenn wir nach E. Wiedemann[2]) Folgendes annehmen:

1. Im Flammenspectrum der Bunsen'schen Leuchtgasflamme dürfte die Temperatur 1000° betragen, dieselbe richtet sich nach den verschiedenen Stellen.

2. Knallgas, circa 2000° C.

3. Elektrisches Bogenlicht, heissester Theil der positiven Kohle 3500° C.

4. Temperatur des Flaschenfunkens circa 100000° C.

5. Geisslerrohr — bei weiten Röhren und schwacher Entladung ist die Temperatur nicht viel höher, als jene zu Beginn des Versuches. In engen Röhren kann sie leicht auf 100000° C. steigen, auch ohne Einschaltung von Flaschen, mit Flaschen noch höher[3]).

Vergleichung der Linienspectren des Natriums.

1. Das Natriumspectrum bei circa 1000° C. (Flammenspectrum) weist im sichtbaren Theile blos die bekannte doppelte D-Linie auf, was zur irrigen Anschauung Veranlassung gab, das

[1]) Lecoq de Boisbaudran: «Spectres lumineux», Paris 1874.

[2]) Nach einer privaten Mittheilung des Herrn Prof. Dr. E. Wiedemann in Erlangen, welche uns derselbe freundlichst mit Hinsicht auf eine noch nicht publicierte diesbezügliche Studie machte.

[3]) Wiedemann: «Über Temperaturen in Geisslerröhren», Annal., 6., 1879, pag. 298.

Natriumlicht sei monochromatisch; wir haben aber nachgewiesen [1]), dass dies nicht der Fall sei, da überdies noch ultraviolette Linien in diesem Spectrum auftauchen, welche mit den leicht umkehrbaren ultravioletten Natriumlinien des Bogenspectrums identisch sind und gleichzeitig auch Hauptlinien des Funkenspectrums darstellen. Es kommen jedoch nicht alle ultravioletten Hauptlinien des Bogenspectrums (beziehungsweise Funkenspectrums) im Natriumflammenspectrum vor, es fehlen vielmehr einige der brechbarsten Hauptlinien, was auf den Umstand zurückzuführen ist, dass bei Spectren von niedriger Temperatur in der Regel die brechbarsten ultravioletten Bezirke sehr lichtarm sind.

2. Im Bogenspectrum des Natriums (Temperatur circa 3500° C.) finden sich alle Linien des Flammenspectrums wieder und zwar als umgekehrte Hauptlinien; überdies treten neue Linienpaare auf (s. Tabelle), wovon für das Auge insbesondere die grünen Linien $\lambda = 5153$ und 5149, sowie $\lambda = 4983$ und 4979 auffällig sind und auf der photographischen Platte noch einige Linien im Ultraviolett $\lambda = 3303$, 3302, sowie $\lambda = 2852$, 2680 als Hauptlinien hervortreten.

3. Im Funkenspectrum des Natriums finden sich, mit Ausnahme einer zweifelhaften Doppellinie ($\lambda = 4423$ und 4420), alle Linien des Bogenspectrums wieder und zwar treten alle Hauptlinien des letzteren im ersteren gleichfalls als Hauptlinien auf. Die Umkehrungserscheinungen sind aber beim Funkenspectrum im Allgemeinen weitaus nicht so häufig auftretend, als beim Bogenspectrum. Besonders auffällig tritt das grüne Natriumlinienpaar $\lambda = \left\{ \begin{matrix} 5688 \\ 5682 \end{matrix} \right\}$ hervor, welches bei Anwendung von thunlichst starken Flaschenfunken fast die Helligkeit der gelben Natriumlinie *D* erreicht; dazu kommen insbesondere die ultravioletten Natriumlinien $\lambda = \left\{ \begin{matrix} 3302 \\ 3303 \end{matrix} \right\}$, 3093 und 2493; andere in der Tabelle angeführte Natriumlinien sind für das Funkenspectrum neu und charakteristisch; sie fehlen im Bogenspectrum.

Vergleichung der Linienspectren des Kaliums.

1. Das Flammenspectrum des Kaliums (Temperatur circa 1000° C.) ist linienreicher als dasjenige des Natriums. Es enthält zunächst die leicht umkehrbaren Kaliumhauptlinien des Bogenspectrums, darunter (wie wir bereits früher nachgewiesen haben [2]) auch ultraviolette, aber nur bis zu einer Wellenlänge von $\lambda = 3217$, während die brechbaren ultravioletten Hauptlinien des Kaliums, welche sich im Bogen- und Funkenspectrum nachweisen lassen, fehlen. Ferner treten im Flammenspectrum noch andere, nicht «leicht umkehrbare» Hauptliniengruppen des Bogen- und Funkenspectrums auf, allerdings weniger scharf und nicht so gut auflösbar als im letzteren Falle, ja sie treten sogar gewissermassen fragmentarisch auf.

2. Im Bogenspectrum des Kaliums (Temperatur circa 3500° C.) finden sich alle Linien des Flammenspectrums wieder (mit alleiniger Ausnahme einer ganz schwachen rothen Linie $\lambda = 7040$) jedoch treten zahlreiche neue wohldefinierte Liniengruppen hinzu, darunter Hauptlinien: zum Beispiel die rothen Linien $\lambda = 6938$ und 6911 und Andere, deren Erscheinen offenbar an die hohe Temperatur, welche im elektrischen Bogen herrscht, gebunden ist.

3. Noch linienreicher als das Bogenspectrum des Kaliums ist das Funkenspectrum dieses Elementes (Temperatur 100000° C.), in welchem sich alle Hauptliniengruppen des ersteren wiederfinden, ausgenommen einige sehr schwache verwaschene Gruppen (s. Tabelle), deren Beobachtung auch im Bogenspectrum nicht mit Sicherheit möglich ist. Aber ähnlich wie beim Natrium treten im Funkenspectrum des Kaliums zahlreiche starke Linien auf, welche für das Letztere charakteristisch sind, zum

[1]) Vergl. pag. 87 dieser Abhandlungen.

[2]) Ibid.

Beispiel die blauen und violetten Linien λ = 4609, 4506, 4467, 4263, 4186, 4149, 4134, 4001, 3966, 3955, die ultravioletten Linien λ = 3898, 3440, 3385, 3381, 3345 etc. (s. Tabelle).

Dem Kalium- und Natriumspectrum kommt somit die gemeinsame Eigenschaft zu, dass die Spectren bei steigender Temperatur linienreicher werden und daher vom Flammenspectrum (1000° C.) und Bogenspectrum (3500° C.) zum Funkenspectrum (100000° C.) neue Hauptlinien als Zuwachs auftauchen, während die den niederen Temperaturen entsprechenden Linien auch bei höheren Temperaturen als Hauptlinien vorhanden bleiben.

Linienspectren des Cadmiums.

Das Spectrum des Cadmiums ist bereits so oft von verschiedenen Spectroskopikern untersucht und es sind die Wellenlängen der Linien dieses Spectrums wiederholt bestimmt worden, dass es vielleicht auf den ersten Blick überflüssig erscheint, sich mit einer Neubestimmung der genannten Spectrallinien zu befassen. Es macht sich jedoch eine Unsicherheit in den Messungen der Cadmiumlinien bemerkbar, welche umso mehr fühlbar wurde, als das Cadmiumspectrum vielfach als Normalspectrum bei optischen Untersuchungen benützt wird und man nach dem Vorgange Mascart's [1]) einzelne zur Orientierung besonders günstige Linien dieses Spectrums mit besonderen Nummern versah. Diese Numerierung hat den Zweck, bestimmte Gegenden des Spectrums darnach zu bezeichnen und ist auch in die meisten Lehrbücher der Optik und Spectralanalyse übergegangen.

Wir werden nun den Nachweis führen, dass in der Numerierung dieser Linien und der Zuerkennung der betreffenden Wellenlängen eine Unordnung eingetreten ist, welche in dem eigenthümlichen Verhalten des Cadmiumspectrums je nach den verschiedenen Temperaturen der Lichtquellen (Flamme, Bogen, Funke) seinen Grund hat.

Das Funkenspectrum des Cadmiums ist von dessen Bogenspectrum sehr verschieden. Kayser und Runge, welche das letztere genau untersuchten [2]), sagen sehr zutreffend: «Beim Cadmiumspectrum zeigt sich in noch höherem Grade dasjenige, was schon beim Zinkspectrum bemerkt wurde, dass nämlich ein Vergleich zwischen Funken- und Bogenspectrum unmöglich wird; die Spectren sind vollkommen verschieden und haben im Wesentlichen nur die Triplets gemeinsam». Wenn auch das Bogenspectrum von Kayser und Runge, sowie von Ames sehr gut untersucht wurde, so liegen über das Funkenspectrum nur fragmentarische Beobachtungen vor. Die ersten genauen Bestimmungen im sichtbaren Theile rühren von Thalén her. Hartley und Adeney photographierten das ultraviolette Funkenspectrum des Cadmiums und bestimmten die Wellenlängen der Haupt- und Nebenlinien; zu Beginn des Ultraviolett sind die Messungen lückenhaft; Bell gab nur die Wellenlängen einiger Hauptlinien und seine Tabelle [3]) lässt viele charakteristische Linien vermissen [4]).

Die älteren weniger genauen Messungen von Mascart, welche sich auf das Funkenspectrum des Cadmiums beziehen, haben insoferne Interesse, als sich daselbst die erwähnten Liniennumerierungen finden, welche später in die Fachliteratur übergiengen.

Im Bogenspectrum finden sich aber mehrfache Liniengruppen, deren Hauptlinien nahe neben anderen Hauptlinien des Cadmiumfunkenspectrums fallen, so dass dieselben Verwechslungen ausgesetzt waren.

---

[1]) Von Huggins, Kirchhoff, Thalén, Lecoq, Mascart, Cornu, Lockyer, Liveing und Dewar, Hartley und Adeney, Bell, Ames, Kayser und Runge.

[2]) «Über Spectren der Elemente», Berlin 1891, Verlag der königl. Akad. d. Wissensch., IV. Abschn., pag. 39.

[3]) S. Watts: «Index of Spectra», 1889, Appendix, pag. 209.

[4]) Die Bell'schen Bestimmungen der Wellenlängen im Cadmiumspectrum erreichen jedoch an Genauigkeit nicht jene von Ames, Kayser und Runge.

Der Grund dieser Verwechslung liegt in eigenthümlichen von uns beobachteten Erscheinungen, dass das Cadmium zum Beispiel eine Doppellinie $\lambda = \left\{\begin{matrix} 4415\cdot0 \\ 4413\cdot2 \end{matrix}\right\}$ aufweist, deren brechbarere Componente im Bogenspectrum eine starke Hauptlinie repräsentiert, während die weniger brechbare fast unsichtbar ist, wogegen im Funkenspectrum des Cadmiums die Intensitätsverhältnisse der beiden Linien sich geradezu umkehren. Dieses Verhalten war bis jetzt unbekannt und man nahm allgemein an, dass die Cadmiumlinie Mascart's (Funkenspectrum) $\lambda = 4414\cdot5$ (nach Thalén $\lambda = 4415\cdot6$) identisch mit der Linie des Cadmiumbogenspectrums $\lambda = 4413\cdot2$ (Kayser und Runge) sei [1]) und erstere einen ungenauen Wert der damit identischen letzteren Linien darstellt, trotzdem diese Linien um fast drei Angström'sche Einheiten differieren. Es ist aber unzulässig, die Mascart'sche Cadmiumlinie Nr. 7 der Linie $\lambda = 4413\cdot2$ des Bogenspectrums gleichzusetzen, vielmehr ist dieselbe mit der Cadmiumlinie $\lambda = 4415\cdot9$ [2]) identisch. In ähnlicher Weise sind noch andere Gruppen von Cadmiumlinien, welche im Bogenspectrum einerseits und im Funkenspectrum andererseits benachbart sind, verwechselt worden, zum Beispiel die Doppellinie im Cadmiumfunkenspectrum Nr. 8 ($\lambda = <\begin{matrix} 3988\cdot4 \\ 3984\cdot7 \end{matrix}$), welche im Bogenspectrum fehlt, wurde mit der letzteren allein auftretenden Linie $\lambda = 3981\cdot9$ verwechselt.

Daraus ergibt sich die Nothwendigkeit, die Mascart'sche Numerierung der Cadmiumlinien neu sicherzustellen, was wir in der nachfolgenden Tabelle gethan haben, indem wir die Linien des Funkenspectrums neu ausmassen, dagegen für das Bogenspectrum uns der Kayser und Runge'schen Zahlen bedienten. Die Cornu'schen Cadmiumlinien Nr. 22 und 26 sind sowohl im Bogen- als auch im Funkenspectrum leicht zu finden, dagegen sind die Nummern 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21 bis jetzt noch keiner Cadmiumlinie zuerkannt worden, weshalb wir (um diese Lücke in der Mascart-Cornu'schen Tabelle zu ergänzen) die entsprechende Hauptlinie des Cadmiumspectrums mit diesen Nummern belegten. Einige Doppellinien, welche Mascart seinerzeit nicht auflösen konnte, haben wir mit *a* und *b* bezeichnet, um uns mit den Hauptnummern thunlichst an Mascart's Originalnumerierung zu halten [3]). Auf diese Weise entstand folgende Tabelle:

Nummer	Funkenspectrum			Bogenspectrum		Anmerkung
	Wellenlängen, bezogen auf Rowland's Normal-spectrum von Eder und Valenta	Intensität [1])	Numerierung wurde ertheilt von	Analoge Linien im Cadmium-Bogenspectrum	Intensität	
1	6439·3	10	Mascart	fehlt!	—	
2	5379·3	10	„	„	—	
3	5338·6	10	„	„	—	
4	5086·1	10	„	5086·1	10	umgekehrt im Bogenspectrum
5	4800·1	10	„	4800·1	10	umgekehrt im Bogenspectrum

[1]) Auch Kayser und Runge machten diese Annahme.

[2]) Bezogen auf das Rowland'sche Normalspectrum.

[3]) Verzeichnis der Mascart'schen Originalnumerierungen und der von ihm bestimmten Wellenlängen der Cadmium-Linien:

Nr. 1	6437·0	Nr. 7	4414·5	Nr. 17	2743·4
„ 2	5377·1	„ 8	3985·6	„ 18	2574·2
„ 3	5336·3	„ 9	3607·5	„ 23	2318·3
„ 4	5084·4	„ 10	3464·5	„ 24	2265·6
„ 5	4798·6	„ 11	3403·0	„ 25	2217·1
„ 6	4676·5	„ 12	3287·5		

Watts: «Index of Spectra», 1889, pag. 22.

Nummer	Funkenspectrum: Wellenlängen, bezogen auf Rowland's Normal-spectrum von Eder und Valenta	Funkenspectrum: Intensität[1])	Funkenspectrum: Numerierung wurde ertheilt von	Bogenspectrum: Analoge Linien im Cadmium-Bogenspectrum	Bogenspectrum: Intensität	Anmerkung
6	4678·4	10	Mascart	4678·4	10	umgekehrt im Bogenspectrum
7	4415·9	10	„	äusserst schwach oder fehlend	—	
8 a	3988·4	4	Eder und Valenta	fehlt!	—	Mascart führt sie nur als einfache Linie
8 b	3984·7	3		„	—	
9 a	3613·0	8	„	3613·0	8	umgekehrt im Bogen, Mascart führt sie nur als einfache Linie
9 b	3610·7	10		3610·7	10	
10 a	3467·8	10	„	3467·8	10	umgekehrt im Bogen, Mascart führt sie nur als einfache Linie
10 b	3466·3	10		3466·3	10	
11	3403·7	10	Mascart	3403·7	10	umgekehrt im Bogen
12 a	3285·8	4	Eder und Valenta	fehlt!	—	Mascart führt sie nur als einfache Linie
12 b	3283·6	4		„	—	
13	3133·3	8	„	3133·3	8	
14 a	3085·4	5	„	fehlt!	—	
14 b	3081·0	5		3081·0	6	
15	2980·8	10	„	2980·8	8	
16	2837·0	8	„	2837·0	8	umgekehrt im Bogenspectrum
17	2748·7	10	Mascart	2748·7	2	
18	2573·1	10	„	2573·1	4	
19	2499·9	3	Eder und Valenta	fehlt!	—	
20	2470·0	4	„	„	—	
21	2418·9	4	„	„	—	
22	2321·3	8	Cornu	2321·2	1	
23	2313·0	10	Mascart	2313·0	4	
24	2265·1	10	„	2265·1	4	im Bogen und im Funken umgekehrt
25	2194·7	5	Cornu	2194·7	1	
26	2144·5	5	„	2144·5	4	im Bogen und im Funken umgekehrt
27	2111·6	2	Eder und Valenta	fehlt!	—	

[1]) Die Intensität der schwächsten Linie wurde = 1, jene der stärksten = 10 gesetzt.

Wir beschränkten uns jedoch nicht auf die Ausmessung der numerierten Cadmiumlinien, sondern untersuchten das ganze Cadmiumspectrum, indem wir unsere Messungen auf Kayser und Runge'sche Zahlen bezogen (verglichen mit Zn, Pb, Sn, Tl, Fe und im brechbarsten Theile mit Cu), somit die nachstehende Tabelle auf das Rowland'sche Normalspectrum bezogen erscheint.

Bis zur Cadmiumlinie Nr. 9 bedienten wir uns bei den Aufnahmen unseres Glasspectrographen (s. vorher).

Von der Cd-Linie Nr. 9 bis Nr. 27 wurden die Linien mittelst des Quarzspectrographen photographisch aufgenommen.

Nachfolgende Tabelle gibt das vollkommene Spectrum des Cadmiums, sowohl für das elektrische Bogenlicht, als auch für den Funken (ersteres nach Kayser und Runge, letzteres nach unseren eigenen Untersuchungen).

Bei den Cadmiumlinien, welche dem Bogen entsprechen, setzten wir unmittelbar die Kayser und Runge'schen Ziffern; doch überzeugten wir uns zuvor, ob dieselben Linien in einem von uns photographierten Bogenspectrum enthalten seien, was in der That der Fall war.

Dieselben Ziffern nahmen wir für die damit coïncidierenden Linien des Cadmiumfunkenspectrums und berechneten die übrigen Linien neu.

Spectrum des Cadmiums (bezogen auf Rowland's Normalspectrum).

	Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta				Frühere Beobachtungen	
	λ	i	Bemerkung	Nr.	λ	i	Bemerkung	Thalén	
Roth	—	—			6467·4	2	scharf	6466·3	
Orange	—	—		1	6439·3	10	lange Linie (scharf)	6438·3	6438·8 Bell
	—	—			6057·7	2		6056·7	
	—	—			6004·7	2		6003·7	
	—	—			5958·7	2	scharf	5957·7	
Gelb	—	—			5914·1	2		5913·1	
	—	—			5791·1	2		5790·1	
	—	—			5688·2	4		5687·1	
	—	—			5663·6	1			
	—	—			5640·6	1	sehr schwach		
	—	—			5611·6	1			
	—	—			5490·2	6		5489·1	
	—	—			5472·5	6	scharf	5471·2	
	—	—			5391·1	2			
	—	—		2	5379·3	10	lange Linie	5378·2	5379·2 Bell
Grün	—	—		3	5338·6	10		5337·7	5338·5 Bell
	—	—			5308·2	1	schwach		
	—	—			5305·1	3	scharf		
	—	—			5203·9	1	schwach		
	—	—			5174·3	3	scharf		
	5154·9	6	unscharf nach Roth		5155·2	1		5153·2	
	5086·1	10	umgekehrt	4	5086·1	10	lange Linie	5085·1	5086·1 Bell
	—	—			5026·5	1	schwach		
Blau	—	—			4854·7	2	scharf		
	4800·1	10	umgekehrt	5	4800·1	10		4799·1	4799·0 H. u. A. 4800·2 Bell
	—	—			4783·6	1	lange Linie		
	—	—			4707·3	2			
	—	—			4693·7	2			
	4678·4	10	umgekehrt	6	4678·4	10	scharf (lange Linie)	4677·0	4678·4 Bell 4676·7 H. u. A.
	4662·7	8	verbreitert nach Roth		4662·7	3			
	—	—			4646·5	1			
	—	—			4634·8	1	sehr schwach		
	—	—			4631·3	1			
	—	—			4600·0	1	verwaschen		
	—	—			4581·9	1			
Indigo	—	—			4541·6	1			
	—	—			4521·4	1	sehr schwach		
	—	—			4491·3	1			
	—	—			4487·8	1			
	—	—			4443·4	2	deutlich, scharf (l. Linie)		
	4415·9	1	äusserst schwach [1]	7	4415·9	10	Hauptlinie (scharf)	4415·6	4414·2 Bell 4414·5 H. u. A.
	4413·2	6	verbreitert nach Roth [2]		4413·2	2	schwache Linie		
	—	—			4403·5	1	schwach		
	—	—			4393·5	1			
	4307·0	4	verbreitert		—	—			
	—	—			4293·9	2	ziemlich scharf		
	—	—			4272·9	3			
	—	—			4271·2	3	scharf		
	—	—			4245·8	4			
Violett	—	—			4226·6	1	undeutlich		
	—	—			4217·1	6	scharf	4215·3 Hartley-Adeney	
	—	—			4214·0	2			
	—	—			4191·8	4	ziemlich scharf		
	—	—			4177·5	2			

[1]) Von Kayser und Runge nicht beobachtet, aber von uns im Bogenspectrum als sehr schwache Linie erkannt.
[2]) Von Kayser und Runge irrthümlich als «Cd Nr. 7» bezeichnet.

	Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta				Frühere Beobachtungen
	λ	*i*	Bemerkung	Nr.	λ	*i*	Bemerkung	
	—	—			4171·6	2		
	—	—			4163·9	2		
	—	—			4158·1	5	ziemlich scharf	4158·0
	—	—			4142·1	4		4141·0
	—	—			4139·8	2		
	—	—			4136·9	1		
	—	—			4134·3	1	undeutlich	Hartley und Adeney
	—	—			4130·9	1		
	—	—			4127·1	6		4127·4
	—	—			4116·8	3	scharf	4115·2
	—	—			4114·7	5		
	—	—			4112·8	1	sehr schwach	
	—	—			4102·6	1		
	—	—			4095·0	7	scharf	
	—	—			4092·5	3	ziemlich scharf	
	—	—			4083·9	1		
	—	—			4077·4	1		
	—	—			4075·8	1		
	—	—			4072·1	1	schwach	
	—	—			4068·8	1		
	—	—			4066·3	1		
	—	—			4064·1	1		
Violett	—	—			4057·7	5	scharf	
	—	—			4054·0	1	unscharf	
	—	—			4049·1	3	ziemlich scharf	
	—	—			4044·7	3		
	—	—			4038·6	1	undeutlich	
	—	—			4035·1	3	ziemlich scharf	
	—	—			4029·2	1	sehr schwach	
	—	—			4023·3	1		
	—	—			4018·5	2	etwas unscharf	
	—	—			4014·8	1		
	—	—			4009·2	1	schwach, undeutlich	
	—	—			4006·0	1		
	—	—			3994·1	3		
	—	—			3992·0	4		
	—	—		8 *a*	3988·4	5		3987·6
	—	—		8 *b*	3984·7	3		
	3981·9	2	verbreitert nach Roth[1])		—	—	ziemlich scharf	
	—	—			3977·8	6		3976·3
	—	—			3976·8	6		3974·5
	—	—			3958·9	7		
	—	—			3951·0	3		
	—	—			3945·7	1	sehr schwach	
	—	—			3940·4	8		3940·0
	—	—			3935·7	3	ziemlich scharf	
	—	—			3919·6	4		Hartley und Adeney
	—	—			3910·5	1	undeutlich	
	—	—			3902·9	1		
	—	—			3899·4	2	ziemlich scharf	
	—	—			3889·8	1	sehr schwach	
Ultraviolett	—	—			3865·4	2		
	—	—			3852·3	4		3851·0
	—	—			3848·2	2		
	—	—			3843·8	2	ziemlich scharf	
	—	—			3840·6	2		
	—	—			3837·9	2		
	—	—			3808·2	3		3810·0

[1]) Von Kayser und Runge irrthümlich als «Cd Nr. 8» bezeichnet,

	Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta				Frühere Beobachtungen	
	λ	i	Bemerkung	Nr.	λ	i	Bemerkung	Hartley und Adeney	Bell
Ultraviolett	3729·2	4	verbreitert nach Roth						
	3649·7	2						3682·6	
	3614·6	4			3614·6	2	schwach		
	3613·0	8	umgekehrt	9 a	3613·0	8	lange Linie (scharf)	3611·8	3611·8 Bell
	3610·7	10		9 b	3610·7	10		3609·6	3609·4 Bell
	3595·6	1			—	—	fehlt oder sehr schwach		
	—	—			3535·8	5		3535·0	3534·7 Bell
	3500·1	4	verbreitert nach Roth		3501·2	1	verschwommen		
	—	—			3499·3	1		3498·2	
	3467·8	8	umgekehrt	10 a	3467·8	10	lange Linie	3466·8	3466·7 Bell
	3466·3	10		10 b	3466·3	10		3465·4	3465·2 Bell
	3403·7	10		11	3403·7	10		3402·9	3402·7 Bell
	—	—			—	—		3384·7	
	3299·1	4			3299·1	1			
	—	—		12 a	3285·8	4	etwas unscharf	3285·3	
	—	—		12 b	3283·6	4		3282·9	
	—	—			3276·9	3		3276·4	
	—	—			3264·2	2		3264·1	
	3261·2	10	umgekehrt		3261·2	8	lange Linie (scharf)	3260·2	
	3252·6	8	verbreitert nach Roth		3252·6	7		3251·8	
	—	—			3250·5	7		3249·5	
	—	—			3236·4	2	undeutlich	3233·6	
	—	—			—	—		3222·6	
	—	—			3221·3	1	nicht sehr scharf	3219·9	
	—	—			3217·8	3		3216·0	
	—	—			3212·0	1		3211·8	
	—	—			3209·9	3		3209·0	
	—	—			3201·8	1		3200·6	
	—	—			3197·5	1		3196·8	
	—	—			3196·2	1		3194·9	
	—	—			3185·4	4		3185·1	
	—	—			3182·8	1		3181·5	
	—	—			3178·5	1		3177·9	
	—	—			3176·7	1		3176·1	
	—	—			3173·8	3	vielleicht doppelt	3172·9	
	—	—			3161·6	4	nicht sehr scharf	3161·0	
	—	—			3157·1	3		3156·0	
	—	—			3153·6	1		3152·7	
	—	—			3141·2	1			
	3133·3	8	unscharf nach Roth	13	3133·3	8	lange Linie (scharf)	3132·5	
	—	—			3129·5	4	ziemlich scharf	3129·6	
	—	—			3124·8	3		3123·6	
	—	—			3122·2	3		3120·9	
	—	—			3119·2	3		3117·8	
	—	—			3113·5	2		3112·0	
	—	—			3095·9	5		3095·0	
	—	—			3093·0	1	sehr schwach		
	—	—			3089·3	2		3090·5	
	—	—			—	—		3087·7	
	—	—		14 a	3085·4	5	scharf	3084·3	3084·3 Bell
	3081·0	6	unscharf nach Roth	14 b	3081·0	5	lange Linie (scharf)	3080·2	
	—	—			3077·3	1		3076·7	
	—	—			—	—		3073·2	
	—	—			3068·9	3		3067·8	
	—	—			3065·0	4		3064·0	
	—	—			3059·5	3		3058·4	
	—	—			3053·2	3		3052·3	
	—	—			3048·9	3		3048·2	
	—	—			3035·8	1		3034·9	

	Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta				Frühere Beobachtungen	
	λ	i	Bemerkung	Nr.	λ	i	Bemerkung	Hartley und Adeney	
	—	—			3024·8	1	undeutlich	3023·8	
	—	—			3017·2	3		3016·1	
	—	—			3014·1	1		3013·8	
	—	—			3011·4	1	verschwommen		
	—	—			3008·7	1			
	—	—			3007·2	1	verschwommen		
	3005·5	1	unscharf nach Roth		—	—			
	—	—			3003·8	1	verschwommen	3002·5	
	—	—			2996·2	5		2994·8	
	—	—			2987·3	2		2986·1	
	2981·5	4	umgekehrt		—	—			
	2980·8	8		15	2980·8	10	lange Linie (scharf)	2979·9	2979·9 Bell
	—	—			2971·8	2		2970·2	
	—	—			2964·6	1	verschwommen	2964·5	
	2961·6	4	unscharf nach Violett		2961·8	2	verbreitert nach Violett		
	—	—			2952·4	2		2951·4	
	—	—			2948·9	4		2947·1	
	—	—			2926·6	1			
	2908·9	1	unscharf nach Roth		2910·9	4		2909·9	
	2903·2	1			—	—			
	2881·3	4	umgekehrt		2893·7	1			
	2880·9	8			2880·9	10	lange Linie, verbreitert	2880·1	2880·3 Bell
	2868·4	6	verbreitert nach Roth		2868·4	5		2868·0	
	2862·4	4	verbreitert nach Violett		2862·0	2			
	2837·0	8	umgekehrt	16	2837·0	8	lange Linie, verbreitert	2836·1	2836·5 Bell
	—	—			2834·4	3		2833·0	
	—	—			—	—		2832·3	
	—	—			2823·9	1	sehr schwach		
	2818·7	2	verbreitert nach Violett		2818·5	1			
Ultraviolett	—	—			—	—		2807·3	
	—	—			2805·5	2		2804·0	
	—	—			2802·7	1			
	—	—			2795·7	2			
	—	—			2780·1	1		2779·8	
	2775·1	6	verbreitert nach Roth		2775·1	6	lange Linie		
	—	—			2773·1	1	verschwommen	2774·5	
	—	—			2767·2	2		2766·5	
	2764·3	2	umgekehrt		2764·3	4	lange Linie	2763·1	
	2764·0	6			—	—			
	2756·7	2			2757·1	1			
	2748·7	2	verbreitert nach Roth	17	2748·7	10	lange Linie	2747·7	2748·5 Bell
	2734·0	4			2734·0	3			
	—	—			2726·9	2		2726·9	
	2712·7	—			2712·0				
	—	—			2706·9	2		2706·0	
	2677·7	8	sehr unscharf		2677·7	8	lange Linie	2677·2	
	2670·8	2			2671·0	2			
	—	—			2668·3	2			
	2660·5	4	verbreitert nach Roth		2660·5	1		2658·5	
	2657·1	2			—	—			
	2654·7	1	sehr unscharf		—	—			
	—	—			—	—		2649·4	
	—	—			—	—		2645·4	
	2639·6	6	umgekehrt		2639·8	3	verbreitert	2639·7	
	—	—			—	—		2639·5	
	—	—			—	—		2635·3	
	2632·3	2	unscharf nach Roth		2633·1	1	verschwommen	2632·7	
	—	—			—	—		2632·3	
	—	—			—	—		2630·2	

	Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta				Frühere Beobachtungen	
	λ	i	Bemerkung	Nr.	λ	i	Bemerkung	Hartley und Adeney	
Ultraviolett	2629·2	4	unscharf nach Roth		2629·7	1		2629·1	
	—	—			—	—		2624·8	
	—	—			2619·1	2		2618·0	
	—	—			—	—		2614·0	
	—	—			—	—		2611·0	
	2602·0	2	sehr unscharf		2602·0	1	sehr verschwommen	2600·8	
	—	—			—	—		2598·8	
	—	—			—	—		2595·3	
	2592·1	2	unscharf nach Roth		2592·3	1	sehr schwach	2592·0	
	—	—			—	—		2587·8	
	—	—			—	—		2585·0	
	2582·9	1	unscharf		—	—			
	2580·3	2	sehr unscharf		2580·5	1	sehr schwach		
	2573·1	4		18	2573·1	10	lange Linie	2572·2	2573·0 Bell
	—	—			—	—		2563·2	
	—	—			—	—		2557·4	
	—	—			—	—		2555·0	
	2553·6	4	unscharf nach Roth		2552·2	5		2551·6	
	—	—			2546·5	1	} äusserst schwach	2547·2	2546·4 Bell
	2544·8	2	unscharf		2544·9	1	}	2544·5	
	2525·6	1	} sehr unscharf		—	—			
	2521·7	1	}		—	—			
	2507·9	1	}		—	—			
	—	—		19	2499·9	3		2499·6	
	—	—			2495·5	1			
	—	—			2487·9	3		2488·2	
	—	—			2478·7	2	fraglich, ob zu Cd gehörig		
	2474·2	1	sehr unscharf		—	—			
	—	—		20	2470·0	4		2469·3	
	—	—			2446·1	2	fraglich, ob zu Cd gehörig		
	—	—			2433·8	1			
	—	—			2426·6	1	sehr schwach		
	—	—			2423·9	1	verschwommen		
	—	—		21	2418·9	4		2418·5	
	—	—			2418·6	1			
	—	—			2411·2	1	verschwommen		
	—	—			2377·0	2		2377·3	
	—	—			2375·0	1		2376·6	
	—	—			2355·4	1			
	—	—			2350·5	1			
	—	—			2343·5	1			
	—	—			2333·2	1	sehr schwach		
	2329·4	8	umgekehrt		2329·4	7	} lange Linie	2329·5	2329·2 } Bell
	2321·2	1		22	2321·2	8	}	2321·6	2321·1 }
	2313·0	4		23	2313·0	10	} verbreitert	2313·6	2312·8 }
	2306·7	4	umgekehrt		2306·7	5	} lange Linie	2307·0	
	2288·1	10	breit, umgekehrt		2288·1	10	} umgekehrt	2288·9	2288·0 Bell
	2267·5	4	} umgekehrt		2267·5	3	}	2268·6	
	2265·1	4	}		2265·1	10	} umgekehrt	2265·9	2264·9 } Bell
	2262·4	1			—	—			2264·4 } [1]
	—	—			2248·7	1		2249·2	
	2239·9	6	umgekehrt		2239·9	3	lange Linie	2241·4	
	—	—			2228·1	1	} verschwommen	2227·0	
	—	—			2224·3	3	}		
	—	—			2204·0	1	} umgekehrt	2206·2	
	2194·7	1		25	2194·7	5	lange Linie	2196·4	2194·0 Bell
	—	—			2187·9	1			
	—	—			2183·1	1			
	2170·1	1			2168·8	1	verschwommen		
	2144·5	4		26	2144·5	5	lange Linie, umgekehrt	2146·8	2143·8 Bell
	—	—	umgekehrt		2111·6	2		2111·5	

[1] Bell hielt wahrscheinlich die umgekehrte, rechts und links mit einem schwarzen Rande versehene Cadmium-Linie (λ = 2265·1) irrthümlich für eine Doppel-Linie (E. u. V.).

Das Funkenspectrum des Cadmiums wurde mittelst eines kräftigen Flaschenfunkens erzeugt; die Cadmiumelektroden waren aus vollkommen reinem, von Herrn Professor Dr. Kahlbaum in Basel in Vacuum destillierten Cadmium, sowie zum Vergleiche mit «chemisch reinem» Cadmium aus der chemischen Fabrik von Dr. Schuchardt in Görlitz hergestellt, welches sich mit Ausnahme einer geringen Spur von Zink als rein erwies. Das Funkenspectrum erzeugten wir an der Luft; zur Bestimmung der weniger brechbaren Cd-Linien liessen wir den Funken zwischen den Cd-Elektroden in einer Atmosphäre von Wasserstoff (bei Atmosphärendruck) überschlagen, wobei manche feine, neue Cd-Linien deutlich sichtbar werden, welche von dem stark entwickelten, linienreichen «Luftspectrum» sonst verdeckt werden. Von $\lambda < 3600$ ist das letztere wenig störend.

Wie aus diesen Resultaten hervorgeht, sind die auffälligen Differenzen zwischen Bogen- und Funkenspectrum des Cadmiums thatsächlich vorhanden und nicht etwa auf Schwankungen in den Beobachtungsmodalitäten oder ungenaue Beobachtungen zurückzuführen.

Es kommt somit dem Cadmium im Bogen (Temperatur circa 3500^0 C.) entschieden ein anderes Spectrum zu, als dem Cadmium im starken Flaschenfunken (Temperatur circa 100000^0 C. und relativ geringe Dampfmenge). Die beiden Spectren verhalten sich unter sich anders, als die Spectren von Kalium und Natrium bei verschiedenen Temperaturen; während bei den letzteren Metallen mit steigender Temperatur im Grossen und Ganzen nur ein Zuwachs von neuen Linien auftritt, ist bei Cadmium ein durchgreifender Unterschied zu constatieren, indem Hauptlinien des Bogenspectrums im Funkenspectrum fehlen oder mit sehr geringer Intensität auftreten und umgekehrt[1]).

Die allgemein herrschende Ansicht zur Erklärung solcher Phänomene besteht darin, dass man in dem einen Falle ein Spectrum, welches durch das Molecül veranlasst werde, vor sich habe, während bei steigender Temperatur das Atomspectrum auftritt. Jedoch gerade diese Annahme steht mit den Ergebnissen der Dampfdichte-Bestimmungen des Cadmiums im Widerspruche, nach welchen die Dampfdichte dem Atomgewichte so nahe kommt, dass man annimmt, der Dampf des Cadmiums bestehe nur aus Atomen[2]).

Schliesslich dürften die Vergleiche der Metallspectren bei verschiedenen Temperaturen Anhaltspunkte gewähren, welche Linien unter sich in Beziehung als Liniengruppen von bestimmten Serien stehen, da wahrscheinlich jene Liniengruppen, deren Intensitäten mit steigender Temperatur im selben Sinne variieren, zu denselben Serien gehören dürften. Dasselbe gilt von den Umkehrungserscheinungen gewisser Linien im Spectrum. Das Bogenspectrum zeigt ausgesprochenere Umkehrungsphänomene, als das Funkenspectrum, weil im ersteren Falle reichliche Dampfmengen auftreten. Umso bemerkenswerter ist die Thatsache, dass im Funken sich gewisse von den beobachteten Cadmiumlinien auffallend leicht umkehren, während andere im Bogenspectrum sehr leicht umkehrbare Linien im Funkenspectrum des Cadmiums keine Umkehrung geben.

Ob für die Entstehung verschiedenartiger Spectren die Temperatur allein, respective der Druck oder die Menge des Metalldampfes ausschlaggebend ist, oder ob nicht vielleicht die Art der elektrischen Erregung der Atome oder deren Aetherhüllen eine Rolle hiebei spielen, ist auf Grund der vorliegenden Beobachtungen kaum zu unterscheiden, jedoch hoffen wir durch unsere dem Abschlusse nahen Untersuchungen über variable Quecksilberspectren dieser Frage näher treten zu können.

---

[1]) Diese Erscheinungen müssen auch bei Rückschlüssen über die Anwesenheit von Metallen in der Sonne wohl beachtet werden.

[2]) Ostwald: «Lehrbuch d. allgem. Chemie», 2. Aufl., 1891, Bd. I, pag. 187.

Über die verschiedenen Spectren des Quecksilbers.

Von

J. M. Eder und E. Valenta.

(Vorgelegt in der Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 5. Juli 1894.)

Das Spectrum des Quecksilbers war in seinen verschiedenen Erscheinungsformen als Bogen-, Funken- und Flammenspectrum seit Kirchhoff öfters von Spectroskopikern untersucht worden, ohne dass eine wünschenswerte Übereinstimmung in den Angaben der letzteren erzielt worden wäre. Namentlich die wichtige Rolle, welche das Quecksilberspectrum in Geissler'schen Röhren mitunter als unwillkommene Nebenerscheinung spielt, ist nicht genügend sichergestellt, so dass wir bei Versuchen, das Quecksilberspectrum an der Hand der bisher vorliegenden Publicationen[1]) in anderen Spectren zu identificieren, respective aus denselben zu eliminieren, auf unüberwindliche Hindernisse stiessen.

Wir griffen deshalb das Studium dieses Spectrums neuerdings auf und wollen, um die Ergebnisse desselben übersichtlich darzustellen, zunächst auf die vor uns gemachten Untersuchungen über das Quecksilberspectrum in Kürze eingehen.

Das Bogenspectrum des Quecksilbers ist von Kayser und Runge erschöpfend untersucht worden [2]), welche dasselbe bis zur Wellenlänge 610 $\mu\mu$ photographierten; sie fanden zahlreiche Triplets, welche sie in Haupt- und Nebenserien einreihten. Das Funkenspectrum des Quecksilbers wurde von den genannten Forschern nicht untersucht, wohl aber bemerkten dieselben, dass sie eine grosse Anzahl der von Thalén und von Hartley und Adeney gemessenen Linien nicht, dafür aber eine Anzahl neuer Linien im Bogenspectrum fanden. Die Resultate der Untersuchungen von Kayser und Runge nahmen wir in die folgenden Tabellen auf.

Das Funkenspectrum des Quecksilbers wurde von Huggins [3]) und Thalén [4]) im sichtbaren Theile, von Hartley und Adeney [5]) im ultravioletten Theile mittelst des Quarzspectrographen untersucht. Der Quecksilberfunke wurde dadurch erhalten, dass der Funke zwischen mit Quecksilber gefüllten Glascapillarröhren überschlug. Das Quecksilberspectrum im Geissler'schen Rohre bei vermindertem Druck wurde von H. W. Vogel zuerst einer Untersuchung im violetten Theile und im Beginne des

[1]) Vergl. Watts: «Index of Spectra»; ferner Kayser und Runge: «Die Spectren der Elemente» und die weiter unten citierten Literaturangaben.

[2]) Kayser und Runge: «Die Spectren der Elemente», 4. Abschn., 1891. Abhandl. der königl. preuss. Akad. d. Wissensch. vom Jahre 1891.

[3]) Philosoph. Transact., 1864, pag. 139.

[4]) Thalén: Nova Acta Soc. Ups., (III.) Bd. VI., 1868. — S. auch Watts: «Index of Spectra», 1889, pag. 105.

[5]) Philosoph. Transact., 1884, pag. 175; Watts: «Index of Spectra», a. a. O.

Ultraviolett unterzogen[1]), wobei, da Glasprismen zur Verwendung gelangten, die Linien nur von λ = 3650 aufwärts in die Erscheinung traten.

Bereits E. Wiedemann beobachtete die Erscheinung, dass Geissler'sche Röhren, welche neben Wasserstoff oder Stickstoff etwas Quecksilber enthalten, beim Durchschlagen des Funkens und hinlänglicher Verdünnung, wenn sie erwärmt werden, das Hg-Spectrum zeigen, welches letztere derartig vorherrschend werden kann, dass es allein sichtbar ist, während das H- oder N-Spectrum verschwindet[2]).

H. W. Vogel[3]) untersuchte das Spectrum des Quecksilbers bei geringem Drucke und mässigem Funken, das heisst unter den Bedingungen, wie sie bei den photographischen Aufnahmen der Spectralerscheinungen in Geissler'schen Röhren auftreten. Er benützte dazu eine mit Stickstoff gefüllte Geisslerröhre, die einige Tropfen Quecksilber enthielt. Es zeigten sich bei entsprechender Verdünnung die N-Linien neben den Hg-Linien deutlich. H. W. Vogel verglich nun: 1. das Spectrum des zwischen Hg-Polen bei gewöhnlichem Luftdrucke überspringenden Flaschenfunkens; 2. das Spectrum der quecksilberhaltigen Stickstoffröhre bei gewöhnlicher Temperatur und 3. das Spectrum derselben Röhre im erhitzten Zustande, wobei das Quecksilberspectrum allein hervortrat.

Beim Flaschenfunken der Quecksilberelektroden an der Luft traten im Indigo, Violett und in dem kurzen Stücke Ultraviolett, welches der Glasspectrograph zur Geltung kommen lässt, dieselben Hauptlinien wie im Geissler'schen Rohre auf, jedoch «fehlte die starke Quecksilberlinie λ = 3983 im Röhrenspectrum gänzlich», dagegen traten schwache Linien (λ = 4216, 4172, 4108, 4008, 3910, 3888 bis 3860[4]) und Banden auf, welche im Flaschenfunken fehlten. Vogel bemerkt, es sei auffallend, dass durch Verdünnung, respective Temperaturerniedrigung gerade eine der hellsten («oder um mit Lockyer zu sprechen, der längsten») Linien, λ = 3983, verschwindet, während viel schwächere Gruppen (zum Beispiel 4046 bis 4077) sichtbar bleiben[5]). Ferner sind die Linien des verdünnten Gases schärfer als jene des dichten.

G. Ciamician arbeitete mit reinen quecksilberhaltigen Vacuumröhren, aus welchen fremde Gase durch Auskochen mittelst Quecksilber vorher entfernt wurden[6]). Er beobachtete im durchschlagenden Funken beim gelinden Erwärmen der Röhre im Spectrum eine orangerothe, zwei gelbe, eine gelbgrüne und je eine blaue und violette Linie, deren Wellenlänge er nicht angibt (höchstwahrscheinlich sind dies die Linien λ = 6152·3, 5790·5, 5769·5, 5461·0, 4358·6, 4046·8 unserer im weiteren mitgetheilten Quecksilberlinientabelle; Anm. der Verf.). Ciamician bemerkt, dass die Linien, insbesondere die grünen, blauen und violetten, sich beim Erhitzen des Quecksilberrohres bis zu dem Siedepunkte des Quecksilbers zufolge der Druckerhöhung im Rohre bis zu einer Atmosphäre stark verbreitern. Eine weitere Charakteristik des Quecksilberspectrums findet sich bei Ciamician nicht.

Eigene Versuche.

Die Kenntnis der in Geissler'schen Röhren auftretenden Hg-Linien erschien uns im Verlaufe unserer Arbeiten mit solchen Röhren sehr erwünscht und ist von besonderer Wichtigkeit schon aus dem

---

[1]) Berichte der königl. preuss. Akad. d. Wissensch., 1879, pag. 595.

[2]) Wiedemann's Annal., Bd. V, pag. 500.

[3]) Ibid.

[4]) Wir halten die Linie 4172, welche H. W. Vogel als schwache Quecksilberlinie im Geisslerrohre anführt, für keine Quecksilberlinie, da wir sie in reinen Quecksilberröhren niemals beobachteten; 4108 könnte wohl dem Hg-Linienspectrum angehören, ist aber nur in erhitzten Röhren mit Flaschenfunken erhältlich; die Linie 4008 ist vielleicht eine Componente des Quecksilberbandenspectrums, ebenso 3910; die Linien 3888 bis 3860 sind sicher keine Quecksilberlinien, was unter dem Abschnitte «Bandenspectrum des Quecksilbers» von uns näher erörtert werden wird (Anm. von Eder und Valenta).

[5]) Hierzu bemerken wir, dass wir das Verschwinden der Linie λ = 3984·1 im Geisslerrohre und bei hoher Verdünnung gleichfalls constatierten, jedoch nur, wenn der Funken ohne Flaschen verwendet wurde (s. unsere Tabelle; Eder und Valenta.)

[6]) Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., 1878, Bd. LXXVIII, pag. 886.

Grunde, weil das Quecksilberspectrum ein nie fehlender Begleiter der Spectren verdünnter Gase ist[1]), wenn die Röhren in der gebräuchlichen Weise mittelst der Quecksilberluftpumpe evacuiert worden sind[2]). Sind daher die im Vacuum möglicherweise auftretenden Quecksilberspectren nicht genau bekannt, so sind irrthümliche Linienbestimmungen oder Verwechslungen beim Arbeiten mit verdünnten Gasen in Geisslerröhren schwer zu vermeiden.

Auch Metalle, welche im Vacuum destilliert werden[3]), zeigen öfter Spuren von Quecksilber, wie wir gelegentlich unserer Untersuchungen über das Spectrum von Kalium und Natrium gezeigt haben; es tritt daher oft an den Spectroskopiker die Frage heran, welche Linien des Quecksilberspectrums wohl als Nebenerscheinungen zu berücksichtigen sind.

Ein Vorversuch, welchen wir mittelst evacuierten Quecksilberröhren machten, zeigte uns die Unmöglichkeit, sich an der Hand der vorhandenen Angaben zu orientieren, denn es trat von dem Hg-Haupttriplet, welches Hartley und Adeney zu Anfang des Ultraviolett führen ($\lambda = 3662, 3654, 3632$) die stärkste Quecksilberlinie ($\lambda = 3632$) nicht auf, dagegen eine intensive Hauptlinie bei $\lambda = 3650$, welche bisher nur von Kayser und Runge im Bogenspectrum beobachtet worden war. Es war somit unentschieden, ob das Bogen- oder Funkenspectrum für das Vacuumspectrum mehr Giltigkeit habe oder ob bei Hartley und Adeney's (sonst sehr verlässlichen) Angaben ein Irrthum unterlaufen sei, wie es sich allerdings schliesslich herausstellte. Eine Vergleichung der bis jetzt vorliegenden Quecksilberlinien unter verschiedenen Druckverhältnissen zeigte uns, dass die Versuche der genannten Spectroskopiker unter zu ungleichartigen Verhältnissen angestellt worden sind, um directe vergleichbar zu sein und weitere Schlussfolgerungen daran knüpfen zu können.

Über die Existenz von verschiedenen Quecksilberspectren: Linien- und Bandenspectrum.

Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf das Verhalten des Quecksilberspectrums bei verschiedenen Temperaturen und Druckverhältnissen; wir haben das Funken- und Bogenspectrum, sowie das Spectrum des Quecksilbers in Vacuumröhren in dieselben einbezogen. Hierbei erweiterten wir die Kenntnis des Linienspectrums, welches bisher augenscheinlich nur im unvollkommen entwickelten Zustande beobachtet worden war und entdeckten ein neues Bandenspectrum des Quecksilbers, welches letztere umso interessanter ist, als dadurch der Nachweis erbracht wurde, dass der Quecksilberdampf der Analogie mit anderen Gasspectren folgt, wie zum Beispiel demjenigen des Wasserstoffes, des Stickstoffes etc., bei denen ja gleichfalls ein Linien- und ein Bandenspectrum beobachtet wurde.

Das Linienspectrum des Quecksilbers tritt in verschiedenen Stadien der Vollständigkeit im Bogenlicht, im Funken zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck, in Vacuumröhren bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Einflusse des Inductionsfunkens mit und ohne Flaschen, sowie im Quecksilberdampf von 3 bis über 1000 *mm* Druck (bei 100 bis über 400° C.) im Faschenfunken auf. Das Bandenspectrum dagegen erscheint nur unter ganz bestimmten Bedingungen vollkommen ausgebildet, nämlich, wenn man den Funken einer kräftigen Inductionsrolle (ohne Flaschen) durch

[1]) Zum Beispiel zeigen Wasserstoffröhren, welche mittelst einer Quecksilberluftpumpe mit Wasserstoff bei einigen Millimetern Druck gefüllt worden sind, manchmal im ultravioletten Theile des Spectrums ziemlich viele Linien im Inductionsfunken, welche aber nichts anderes als Quecksilberlinien sind.

[2]) Sehr lange Glasröhren, welche man eventuell abkühlt, verhindern nicht das Übertreten von Spuren Quecksilbers in die evacuierten Geisslerröhren. Schwefelstückchen, welche Hg binden sollen und darauf folgende Kupferstreifen, wie selbe öfters empfohlen wurden, sind unsichere Hilfsmittel, weil nach V. Schumann sich SO_2-Spuren bilden können. Goldplättchen selbst sind als Absorptionsmittel für Hg nicht völlig wirksam; am besten eignet sich nach V. Schumann Platinmohr, welcher vorher gut ausgeglüht wurde.

[3]) Vergl. pag. 109 dieser Abhandlungen.

Vacuumröhren schlagen lässt, in denen sich ein Tropfen Quecksilber befindet und welche während des Versuches einseitig erhitzt werden, so dass das Quecksilber abdestilliert. Die Dämpfe entweichen durch die Capillare in den anderen weiteren Theil der Röhren, wo Condensation stattfindet und dadurch ein fortwährendes Steigen des Druckes in den Röhren verhindert wird. Wir wollen diese beiden Hauptspectren einzeln genauer beschreiben.

I. Linienspectrum des Quecksilbers.

Das Linienspectrum des Quecksilbers tritt in abweichenden Formen der Entwickelung sowohl im Bogen und Funken, als auch in Vacuumröhren auf.

1. Das Bogenspectrum

entsteht, wenn Quecksilber im elektrischen Flammenbogen verflüchtigt wird; wir behielten die von Kayser und Runge ermittelten Wellenlängen der Linien dieses Spectrums bei, mit Ausnahme einiger weniger Linien, bei denen wir unsere Messungen, der grösseren Schärfe einiger von uns erhaltenen Spectren halber, für entschieden genauer halten. Es ergibt sich (s. Tabelle), dass im Bogenspectrum die Umkehrung zahlreicher Linien viel leichter erfolgt, als im Funken- oder Geisslerrohrspectrum, was auf die im Flammenbogen auftretenden grossen Dampfmengen zurückzuführen ist.

Es finden sich viele unscharfe verbreiterte Linien, was jedoch auch beim Funkenspectrum vorkommt, wenn es beim Durchschlagen des Inductionsfunkens durch Hg-Dämpfe von hohem Drucke entsteht.

2. Das Funkenspectrum des Quecksilbers.

lässt sich am besten erhalten, wenn man zwei U-förmig gebogene Glasröhren von 2 bis 4 *mm* Durchmesser mit reinem Quecksilber füllt, in den einen Schenkel je eine Elektrode leitet und von den Enden der anderen Schenkel den Funken horizontal überspringen lässt. Die mehrfach von Hartley und Adeney empfohlene Methode, das Quecksilber durch Glascapillarröhren nach abwärts tropfen und zugleich den Funken durchschlagen zu lassen, ist schwer ausführbar, sobald man mit starken Flaschenfunken arbeitet; derselbe verdampft die Quecksilbercapillarfäden und zertrümmert leicht die Capillarröhren, so dass die Arbeit unmöglich wird. Weitere mit Quecksilber gefüllte Röhren, wie wir selbe beschrieben haben, geben mit einem Strome (Gleichstrom) von 4 bis 5 Ampère und 110 Volt Spannung in der Primärwickelung unseres Inductoriums[1]) Flaschenfunken (1 Leydenerflasche), mit welchen gute photographierbare Spectren erhalten werden.

Auch unter Verwendung von Metallamalgamen lassen sich gut definierte Quecksilberspectren erzielen; wir zogen es jedoch vor, mit reinem Quecksilber zu arbeiten.

Auf die Reinheit des Quecksilbers verwendeten wir grosse Sorgfalt und destillierten «chemisch reines» Quecksilber, wie es im Handel erhältlich ist, mehrmals im Vacuum, wobei jedes Aufwallen des Quecksilbers im Destillationsapparate, welches ein Mitreissen von flüssigem Quecksilber ins Destillat zur Folge haben könnte, sorgfältig vermieden wurde.

Im Funkenspectrum zeigen sich wesentlich mehr Linien als im Bogenspectrum[2]), was der weitaus höheren Temperatur des Funkens gegenüber jener, welche im Bogen herrscht, zuzuschreiben ist. Eine

---

[1]) S. a. a. O.

[2]) Wir haben im Funkenspectrum des Quecksilbers beiläufig 170 Linien gemessen, gegenüber beiläufig 90 im Bogenspectrum nachgewiesenen Quecksilberlinien.

wesentliche Änderung des Charakters bei derlei Spectren ist nicht zu bemerken, indem durchschnittlich dieselben Hauptlinien beiderseits vorkommen und auffallende Schwankungen in den Intensitätsverhältnissen der Linien nur in beschränktem Masse auftreten (Analogie mit Kalium und Natrium — Gegensatz zu Cadmium und Zink). Viele Linien, deren Existenz bisher im Funkenspectrum nicht bekannt war, welche aber Kayser und Runge im Bogenspectrum neu aufgefunden hatten, constatierten wir auch im Funkenspectrum. Bei Atmosphärendruck sind zahlreiche verbreiterte Linien und Triplets charakteristisch, welche oft derartig verbreitert und von Lichthöfen umgeben sind, dass sie in breite, schwer auflösbare Banden zusammenfliessen; dies gilt besonders von den Triplets $\lambda = 4358$, 4347, 4339, dann 3663, 3654, 3650 und 2655, 2653, 2652, ferner von den Linien 3131, 3125, 3021, 2536 (s. Tabelle) und anderen Linien, welche im Geisslerrohre klar und scharf definiert werden. Diese Erscheinung hängt offenbar mit dem herrschenden Gasdruck zusammen, bei dessen Steigerung das Quecksilberspectrum schon sehr auffallende Verbreiterung zeigt.

Es ist bemerkenswert, dass im Linienspectrum eines quecksilberhältigen Vacuumrohres in der That starke Hauptlinien des Bogen- und Funkenspectrums fehlen, zum Beispiel die Linien $\lambda = 3984{\cdot}1$, 3790·4, 3751·8, 3680·7; jedoch treten diese Linien sofort wieder kräftig hervor, wenn man den Inductionsfunken durch Einschalten von starken Leydenerflaschen verstärkt. H. W. Vogel führt im Funkenspectrum des Quecksilbers (Flaschenfunken) eine Anzahl von Linien als Hg-Linien an, welche, wie er selbst bemerkt, mit Angström'schen Luftlinien coïncidieren, die er aber dennoch als Quecksilberlinien betrachtet. Wir photographierten das Quecksilberspectrum bei Luftzutritt und daneben das Cd-, Zn-, Pb-, Fe-Spectrum ebenfalls bei Luftzutritt und waren so in der Lage, die völlige Coïncidenz einer Reihe derartiger Linien, sowie eine Identität im Charakter desselben mit Luftlinien festzustellen und mussten daher eine grosse Anzahl der erwähnten Linien für wahre Luftlinien erklären. Demzufolge mussten wir folgende Vogel'sche Quecksilberlinien des Funkenspectrums an der Luft aus den Reihen der wahren Quecksilberlinien streichen: $\lambda = 4650$, 4642, 4631, 4620, 4613, 4607, 4601, 4590, 4447, 4425, 4415, 4320, 4216, 4197, 4195, 4188, 4150, 4143, 4131, 4118, 4110, 4104, 4095, 4070, 4060, 3995, 3975, 3967, 3932, 3919 (vergl. auch unsere Anmerkung).

Im Hartley und Adeney'schen Spectrum des Quecksilbers fanden wir keine fremden Linien auf. Inwieweit die von uns ermittelten Zahlen mit jenen übereinstimmen, geht aus der Tabelle unmittelbar hervor.

3. Linienspectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren.

Enthält ein Geisslerrohr nur Spuren von Quecksilber nebst irgend einem Gase (H, N oder CO etc.) von einigen Millimetern Druck, so tritt neben dem Gasspectrum noch das Quecksilberlinienspectrum auf und zwar meist in den Hauptlinien. Verdünnt man das Gas stark im Rohre, so kann unter Umständen das Quecksilberspectrum dominieren (s. vorher), besonders, wenn man das Rohr erwärmt und Flaschenfunken durchschlagen lässt; zum Beispiel zeigen stark evacuierte mit Wasserstoff gefüllte Röhren im Ultraviolett nur das Quecksilberlinienspectrum, wenn auch nur Spuren von Quecksilber vorhanden sind; solche können durch das Verbindungsrohr von der Quecksilberluftpumpe leicht in das Geisslerrohr gelangen. Derartige Spectren sind die linienärmsten der in Vacuumröhren (in der Capillare) zu beobachtenden Quecksilberspectren, insbesondere linienarm wird dasselbe in weiten Geisslerröhren [1]); die Linien sind vollkommen scharf und alle ultravioletten Triplets prächtig scharf aufgelöst; sehr hübsch lässt sich dieses linienärmste Quecksilberspectrum erhalten, wenn man die Röhre, welche einen Tropfen Quecksilber enthält, vollkommen evacuiert und dann zur Beseitigung fremder Gase das Quecksilber zum

[1]) Man beobachtet in weiten Geissler'schen Röhren im sichtbaren Theile bei geringem Gasdrucke (Inductionsfunke) häufig nur drei Quecksilberlinien, nämlich die gelbe Linie, $\lambda = 5769$, die gelbgrüne, $\lambda = 5461$ und die blaue, $\lambda = 4358$.

Theile aus dem Rohre destilliert[1]), das Rohr sodann abschmilzt und nun bei gelinder Temperatur den Funken eines kräftigen Inductoriums (ohne Flaschen) hindurchschlagen lässt.

Dieser Versuch lässt sich auch in Röhren, welche mit eingeriebenen Quarzpfropfen oder aufgekitteten Quarzplatten verschlossen sind, durchführen und hiebei das ultraviolette Spectrum photographieren und ausmessen. Es sind im sichtbaren Theile wenig Linien vorhanden, dagegen treten im Ultraviolett viel mehr Linien auf (s. unsere Tabelle).

Die Resultate unserer Untersuchungen zeigen, dass das Quecksilberspectrum im Geisslerrohre, bei Anwendung eines kräftigen Inductoriums ohne Leydenerflaschen, viele Linien besitzt, welche auch im Bogen- und Funkenspectrum als Hauptlinien auftreten, nur sind diese Linien alle viel schärfer und besser definiert, wenn Geisslerröhren unter obigen Umständen zur Verwendung kommen. Insbesondere einige Triplets treten scharf hervor.

Im allgemeinen zeigt das Quecksilberspectrum im Geisslerrohre unter den geschilderten Bedingungen weniger Linien als im Bogen- und Funkenspectrum auftreten, indem mehrere schwache Linien, welche den letztgenannten Spectren angehören, fehlen.

Während sich der Charakter und die Zahl der Linien des Quecksilberspectrums im Geisslerrohre ohne Flaschen nur sehr wenig ändern, wenn die Temperatur des Rohres und damit der in demselben herrschende Druck gleichmässig gesteigert wird[2]) (was wir durch Erwärmen der Rohre in einem geeigneten Luftbad bis 400° C. und darüber durchführten), verhält sich die Sache anders, wenn man den Funken durch Einschalten von Leydenerflaschen verstärkt.

Das Auftreten der Hauptlinien im Vergleiche mit Bogen- und Funkenspectrum erleidet zwar keine Veränderung, wohl aber ist ein reichlicher Linienzuwachs zu constatieren, wobei dann das Spectrum der Capillare erhitzter quecksilberhältiger Geisslerrohre linienreicher als das Bogen- und Funkenspectrum des Quecksilbers ist, welch letzteres wiederum mehr als das Bogenspectrum aufweist. Während durch Anwendung von starken Inductorien mit eingeschalteten Leydenerflaschen und Gleich- oder Wechselstrom in der Capillare der Geisslerrohre ein linienreiches Spectrum auftritt, zeigt sich unter diesen Umständen im weiten Theile der Röhren häufig das linienärmste Spectrum, mitunter ist demselben (wenn man wenig oder kleine Leydenerflaschen eingeschaltet hatte) auch das Bandenspectrum fragmentarisch beigemengt. In allen den geschilderten Fällen wächst die Linienzahl mit der Temperaturerhöhung in der Capillare und daher bis zu einem gewissen Grade mit der Vermehrung der Leydenerflaschen. Die Versuche in gleichmässig erhitzten Röhren, bei denen wir die Temperatur des Luftbades auf ca. 600° C. steigerten, konnten nur in zugeschmolzenen Glasröhren durchgeführt werden, da die Röhren mit eingeschliffenen Quarzpfropfen oder aufgekitteten Quarzplatten, wie wir selbe zur Untersuchung des ultravioletten Theiles des Spectrums benützten, dem starken Erhitzen nicht Stand halten[3]).

Wir haben deshalb die Erscheinungen, welche in solchen Röhren auftreten, nur insoweit verfolgen können, als es die Glasabsorption gestattet.

Bei diesen Versuchen ist eine bedeutende Steigerung der Helligkeit im Geisslerrohre zu beobachten, worauf bereits Dr. Natterer aufmerksam machte. Besonders, wenn das Rohr nicht gleichmässig erhitzt

---

[1]) Dies geschieht am besten in der Weise, dass man das Rohr in ein geeignetes Luftbad einlagert.

[2]) Über die Tension des Quecksilberdampfes bei verschiedenen Temperaturen vergl. insbesondere: W. A. Kahlbaum: «Spannkraft-Messungen», Basel 1894 (pag. 65); ferner Landolt und Börnstein: «Chemisch-physikalische Tabellen», 2. Aufl. (pag. 67). — Die Tension des Quecksilberdampfes bei 10° C. ist gleich 0·0005 *mm*, bei 50° C. = 0·013 *mm*, bei 100° C. = 0·285 *mm* (Hertz), bei 121° C. = 1 *mm*, bei 149° C. = 3 *mm*, bei 162·5° C. = 5 *mm*, bei 182·7° C. = 10 *mm*, bei 194·6° C. = 15 *mm*, bei 203·4° C. = 20 *mm*, bei 220·4° C. = 35 *mm* (Kahlbaum), bei 400° C. = 1588 *mm*, bei 500° C. = 6520 *mm*, (Regnault).

[3]) Vacuumröhren, welche mit Gasen, zum Beispiel H, unter sehr geringem Drucke (einige Millimeter) gefüllt sind und überdies etwas Quecksilber enthalten, lassen den Flaschenfunken durch. Das Quecksilberspectrum, das in solchen Röhren auftritt, ist dann dasjenige der Geisslerrohrspectren in reinen Quecksilbervacuumröhren, welchen sich aber mehrfach Linien des Funkenspectrums (s. Tabelle, Rubrik 3) beimengen.

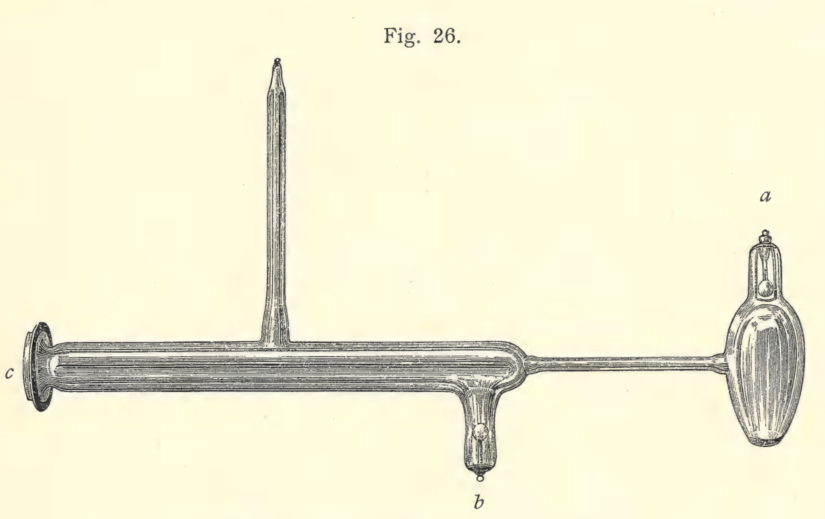
wird, tritt eine enorme Steigerung der Helligkeit ein und nicht nur die Capillare selbst erstrahlt im blendend weissen Lichte, sondern auch der weitere Theil des Rohres erscheint mitunter von leuchtenden weisslichen Flammenbändern durchzogen. Betrachtet man diese Erscheinung mit einem Taschenspectroskope, so wird man ein, namentlich im gelbgrünen und grünblauen Theile linienreiches und kaum auflösbares Spectrum erkennen.

Wie uns zahlreiche Versuche zeigten, tritt dieses Spectrum am deutlichsten und besten ausgebildet stets dann hervor, wenn der Funke eines kräftigen, mit einer Anzahl von grossen Leydenerflaschen verstärkten Inductoriums durch die Capillare eines Geisslerrohres schlägt, durch welche Quecksilber bei geringem Drucke destilliert.

Diese Beobachtung führte uns dazu, Geisslerrohre von der in nachstehender Figur (Fig. 26) abgebildeten Form zu verwenden.

In *a* befindet sich eine retortenartige Erweiterung, welche einige Tropfen Quecksilber enthält, daran schliesst sich die ziemlich enge Cappillarröhre, an welche sich die lange und entsprechend weite Röhre mit der Elektrode (*b*) anschliesst, deren Ende (*c*) mit einer aufgekitteten planparallelen Quarzplatte[1]) verschlossen ist. Erhitzt man nun das vollkommen evacuierte Rohr unter *a*, so verflüchtigt sich das Quecksilber und destilliert durch die Capillare nach dem weiten Rohre, in welchem die vollkommene Condensation der Dämpfe erfolgt. Es herrscht also in dem Rohre fast kein Druck. Lässt man nun einen kräftigen Flaschenfunken durchschlagen und erhitzt die Capillare, so erstrahlt dieselbe in glänzend weissem Lichte und man erhält ein Spectrum, welches aus ungemein zahlreichen scharfen Linien besteht (s. Taf. IX, Fig. 8). Die oben beschriebene Einrichtung des mittelst Quarzplatte verschlossenen Geisslerrohres gestattete uns, dieses Spectrum sowohl im sichtbaren als im ultravioletten Theile zu photographieren. Wir haben diese Spectren ausgemessen und die Resultate dieser Messungen in die beifolgende Tabelle (Rubrik 5) aufgenommen. Dasselbe enthält alle Haupt- und Nebenlinien des Funken- und Bogenspectrums scharf und deutlich ausgebildet, dazwischen tritt aber eine Reihe von kräftigen Linien auf, welche sonst in diesen letzteren Quecksilberspectren nicht zu constatieren sind (vergl. die Tabelle).

Fig. 26.



Vacuumröhren mit Destillationseinrichtung.

Im weiten Theile des Rohres tritt unter diesen Umständen und wenn sich die Elektrode knapp hinter der Capillare befindet, nur das einfache Linienspectrum auf, dagegen kommt das Bandenspectrum dort zum Vorschein, wo die Elektrode etwas weiter von der Capillare entfernt ist.

Die Erscheinung des linienreichen vollkommenen Linienspectrums in der Capillare ist an die Verwendung von sehr grossen oder vielen kleinen Leydenerflaschen gebunden. Schaltet man diese gänzlich aus, so tritt in der Capillare sofort das Bandenspectrum (s. pag. 150) auf, während bei nur theilweisem Ausschalten der Flaschen das Linienspectrum, mit Resten des Bandenspectrums vermengt, in der Capillare auftritt. Unseren Versuchen zufolge entsteht also das vollkommenste linienreichste

---

[1]) Senkrecht zur Axe geschnitten.

«Linienspectrum» des Quecksilbers bei den höchsten bisher verwendeten Temperaturen und kleinstem Drucke in Geisslerröhren, wenn ein kräftiger Flaschenfunke während der Destillation des Quecksilbers durch die Capillare durchschlägt. Das Phänomen tritt am schönsten bei Verwendung eines kräftigen Stromes (Gleichstrom oder Wechselstrom) auf, doch kann es leicht geschehen, dass die Aluminiumelektroden infolge der hohen Temperatur ins Glühen gerathen, abschmelzen und nicht selten die Röhren an den Stellen, woselbst die Drähte eingeschmolzen sind, weich werden und rasch zugrunde gehen. Wir haben von diesem linienreichsten Quecksilberspectrum, welches vor uns noch niemals beschrieben worden ist, beiläufig 600 Linien genau ausgemessen und ihre Wellenlänge bestimmt (s. Tabelle); jedoch ist die Zahl der überhaupt vorhandenen Quecksilberlinien hiermit keineswegs erschöpft.

Linienspectrum des Quecksilbers (bezogen auf Rowland's Normalspectrum).

Für die hellsten Linien ist $i = 10$, für die schwächsten ist $i = 1$ gesetzt.

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken[1]			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke[2]		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung		λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
Roth	—	—		6363·5	2		6360 Huggins	—	—		6363·5	1		6363·5	2	
Roth	—	—		6152·3	9		6151·2 Thalén	—	—		6152·3	6		6152·3	9	
Orange	—	—		5889·1	6		5888·1 „	—	—		5889·1	4	durchwegs scharfe Linien	5889·1	8	
Orange	—	—						—	—		—	—		5880·5	2	
Orange	—	—		5872·1	6		5871·1 „	—	—		5872·1	6		5872·1	8	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5864·4	2	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5854·5	1	verbreitert
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5840·6	1	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5834·0	3	
Gelb	5819·1	1	unscharf	5819·1	1			—	—		5819·1	1		5819·1	4	
Gelb	5804·3	3	unscharf nach Roth	5804·3	1			—	—		5804·3	1		5804·3	10	
Gelb	5790·5	10	umgekehrt	5790·5	10	etwas verbreitert	5789·6 „	5790·5	10	scharf	5790·5	10	verbreitert	5790·5	2	„
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5781·9	1	
Gelb	5769·5	10	„	5769·5	10	„	5768·1 „	5769·5	10	„	5769·5	10	verbreitert gegen Violett	5769·5	10	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5746·6	3	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5727·7	5	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5717·0	1	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5713·4	2	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5699·0	3	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5695·7	1	
Gelb	—	—		5679·1	8	„	5678·1 „	—	—		5679·1	8	mässig verbreitert	5679·1	10	„
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5665·8	3	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5662·5	3	
Gelb	—	—		—	—			—	—		5637·8	1	mässig verbreitert	5637·8	7	
Gelb	—	—		5596·0	1		5595·1 „	—	—		5596·0	6	mässig verbreitert	5596·0	8	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5587·9	2	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5576·2	3	
Gelb	—	—		—	—			—	—		—	—		5571·2	8	

[1] Je stärker der Druck, desto mehr verbreitern sich die meisten Linien, so dass viele derselben fast bis zur Unkenntlichkeit verschwimmen.

[2] Bei ungenügend starkem Strom oder zu geringem Erhitzen entwickelt sich das Spectrum nicht vollkommen, sondern nähert sich dem linienärmeren Spectrum der vorhergehenden Spalten.

Farbe	Bogenspectrum: Kayser und Runge λ	i	Bemerkung	Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken): Eder und Valenta λ	i	Bemerkung	Frühere Beobachter	Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche) — Eder und Valenta λ	i	Bemerkung	In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken — Eder und Valenta λ	i	Bemerkung	Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke — Eder und Valenta λ	i	Bemerkung
Gelb	—	—		—	—			—	—		5553·6	2	mässig verbreitert	5553·6	4	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		5541·0	1	mässig verbreitert	5541·0	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5513·4	3	sehr verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		5501·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5490·0	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5484·6	4	wahrscheinlich doppelt
	—	—		—	—			—	—		—	—		5476·3	4	
	5461·0	10	umgekehrt	5461·0	10	verbreitert	5460·6 Thalén	5461·0	10	scharf	5461·0	10	stark verbreitert	5461·0	10	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		5455·0	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5449·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5443·2	3	
	—	—		5426·5	8	ziemlich scharf	5426·1 „	—	—		5426·5	8	mässig verbreitert	5426·5	10	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		5416·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5398·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5393·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5384·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5373·2	3	
Grün	5365·3	—	sehr unscharf	5365·5	4	ziemlich scharf	5364·6 „	—	—		5365·5	4	mässig verbreitert	5365·5	2	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		5360·6	1	nebelig
	—	—		—	—			—	—		—	—		5355·5	1	nebelig
	—	—		—	—			—	—		—	—		5352·4	1	nebelig
	—	—		—	—			—	—		—	—		5346·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5334·3	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		5311·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5308·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5294·7	2	
	—	—		—	—			—	—		5288·7	1	mässig verbreitert	5288·7	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5284·2	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5281·5	5	
	—	—		5279·3	2	ziemlich unscharf	5278·6 „	—	—		5279·3	2	mässig verbreitert	5279·3	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5275·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5273·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5454·0	2	
	—	—		—	—			—	—		5242·8	1	mässig verbreitert	5242·8	7	
	—	—		—	—			—	—		5233·8	1	mässig verbreitert	5233·8	4	
	—	—		5218·0	2	ziemlich unscharf	5217·2 „	—	—		5218·0	2	mässig verbreitert	5218·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5211·2	4	
	—	—		5207·0	4	ziemlich unscharf	5206·2 „	—	—		5207·0	4	mässig verbreitert	5207·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5196·6	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5190·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5187·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5172·4	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		5163·2	1	mässig verbreitert	5163·2	4	
	—	—		—	—			—	—		5149·2	1	mässig verbreitert	5149·2	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5141·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5135·6	5	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Grün	—	—		5132·0	4		5131·2 Thalén	—	—		—	—		5132·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5113·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5107·3	3	
	—	—		—	—			—	—		5101·5	1	verbreitert, verschwommen	5102·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5100·5	1	verbreitert, verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		5098·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5086·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5083·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5073·6	2	
	—	—		—	—			—	—		5068·2	1		5068·2	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5062·6	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5058·4	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5051·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5048·4	2	
	—	—		—	8			—	—		5047·0	1	verschwommen, wahrscheinlich doppelt			
	—	—		—	—			—	—		—	—		5045·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5042·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5038·3	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5027·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5020·9	2	
	—	—		—	4			—	—		—	—		5018·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		5008·6	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4992·5	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4986·7	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4981·3	3	
	—	—		—	—			—	—		4974·0	1	verbreitert	4974·0	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4970·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4965·4	1	sehr schwach
	4959·7	3	unscharf	4959·7	6		4958·1 "	—	—		4959·7	6	mässig verbreitert	4959·7	4	sehr stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4949·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4943·4	1	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4933·0	2	"
	—	—		—	—			—	—		—	—		4917·9	2	
Blau	4916·4	5	"	4916·4	4		4916·1 "	4916·1	2	verschwindet in weiten Röhren oft ganz	4916·4	4	mässig verbreitert	4916·4	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4913·0	2	
	—	—		—	—			—	—		4902·1	1	mässig verbreitert	4902·1	4	"
	—	—		—	—			—	—		4896·7	1	verschwommen	4898·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4895·8	2	"
	—	—		—	—			—	—		—	—		4880·2	1	
	—	—		—	—			—	—		4866·9	1	verschwommen	4869·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4867·3	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4864·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4856·6	3	"
	—	—		—	—			—	—		—	—		4849·4	1	"
	—	—		—	—			—	—		—	—		4844·6	2	scharf

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Blau	—	—		—	—			—	—		4841·3	1	verschwommen	4841·3	4	
	—	—		4826·0	1	undeutlich		—	—		4826·0	4	mässig verbreitert	4826·0	8	
	—	—		—	—			—	—		4813·0	2	mässig verbreitert	4813·0	4	
	—	—		—	—			—	—		4797·4	2	mässig verbreitert	4797·4	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4773·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4768·1	6	
	—	—		—	—			—	—		4753·4	1	verschwommen wahrscheinlich doppelt	4753·4	3	
	—	—		—	—			—	—		4744·7	1	verschwommen	4744·7	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4740·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4729·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4697·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4689·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4687·0	1	sehr schwach
	—	—		—	—			—	—		—	—		4681·6	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		4667·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4664·2	1	
	—	—		—	—			—	—		4661·0	1	verschwommen	4661·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4651·7	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4647·8	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4639·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4637·0	2	einseitig abschattiert
	—	—		—	—			—	—		4635·9	1	undeutlich	4635·9	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4634·2	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4630·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4626·2	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4620·5	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4616·5	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4604·8	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4602·9	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4600·7	2	
	—	—		—	—			—	—		4598·2	1	„	4598·2	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4593·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4587·1	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4580·1	1	undeutlich
	—	—		—	—			—	—		—	—		4578·2	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4576·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4571·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4568·8	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4562·3	2	
	—	—		—	—			—	—		4556·7	2	stark verbreitert, wahrscheinlich doppelt			
	—	—		—	—			—	—		—	—		4553·8	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4547·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4544·2	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4541·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4539·9	1	verschwommen

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Blau	—	—		—	—			—	—		—	—		4537·7	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		4534·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4532·7	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4530·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4525·1	1	
	—	—		—	—			—	—		4522·9	1	verbreitert	4522·9	6	scharf
	—	—		—	—			—	—		—	—		4518·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4516·4	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4511·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4507·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4505·0	1	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4499·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4498·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4495·0	1	scharf
	—	—		—	—			—	—		—	—		4493·2	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4491·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4490·3	3	
	—	—		—	—			—	—		4486·8	3	scharf	4486·8	8	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4483·7	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4480·7	1	
	—	—		—	—			—	—		4470·5	1	„	4470·5	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4466·7	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		4464·2	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4461·5	1	undeutlich
	—	—		—	—			—	—		—	—		4459·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4454·1	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		4450·7	1	verschwommen	4450·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4446·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4435·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4434·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4431·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4425·9	8	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4422·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4420·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4416·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4415·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4414·0	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4412·1	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4408·4	1	
	—	—		—	—			—	—		4401·5	2	mässig verbreitert	4401·5	10	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		4391·9	1		4391·9	10	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4385·7	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4382·9	8	
	—	—		—	—			—	—		4378·7	1	verbreitert	4378·7	8	
	—	—		—	—			—	—		4376·1	1	„	4376·1	10	
	—	—		—	—			4372·6	1	verbreitert				4372·6	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		4369·6	1	
Indigo	4358·6	10	umgekehrt	4358·6	10	stark verbreitert	4358·1 Thalén 4358·0 H. u. A.	4358·6	10	„	4358·6	10	verbreitert	4358·6	10	„

Farbe	Bogenspectrum: Kayser und Runge λ	i	Bemerkung	Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken): Eder und Valenta λ	i	Bemerkung	Frühere Beobachter	Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche): Eder und Valenta λ	i	Bemerkung	In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken: Eder und Valenta λ	i	Bemerkung	Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke: Eder und Valenta λ	i	Bemerkung
Indigo	4347·7	5	verbreitert	4347·7	5	ist mit der vorigen Linie durch ein schwaches continuierliches Spectrum verbunden	4348·0 H. u. A.	4347·7	5	verbreitert sich bei steigernder Temperatur	4347·7	5	mässig verbreitert	4347·7	10	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4344·2	2	
	4339·5	4	„	4339·5	3		4341·0 „	4339·5	3	verbreitert sich bei steigernder Temperatur	4339·5	4	mässig verbreitert	4339·5	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4336·9	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4333·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4329·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4327·2	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4324·7	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4320·4	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4318·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4315·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4314·2	4	
	—	—		—	—			—	—		4313·5	1	verbreitert nach Violett	4312·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4310·3	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4308·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4306·6	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4305·5	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4304·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4301·7	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4300·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4297·6	5	
	—	—		—	—			—	—		4295·3	2	verbreitert, wahrscheinlich doppelt	4292·3	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4290·1	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4288·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4285·1	6	wahrscheinlich doppelt
	—	—		—	—			—	—		4282·7	2	verbreitert	4282·7	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4276·7	3	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4270·1	3	
	—	—		—	—			—	—		4264·2	2	„	4264·2	8	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		4261·6	2	„	4261·6	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4259·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4257·6	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4256·4	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4255·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4252·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4249·2	2	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4248·9	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4237·7	5	
	—	—		—	—			—	—		4234·5	1	nebelig	4234·5	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4232·8	4	
	—	—		—	—			—	—		4230·1	1	„	4230·1	7	
	—	—		—	—			—	—		4227·4	1	„	4227·4	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4225·4	2	
	—	—		—	—			—	—		4221·6	1	wenig verbreitert	4221·6	6	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Indigo	—	—		—	—			—	—		—	—		4219·4	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4218·6	2	
	—	—		4216·8	1	verschwommen		—	—		4216·8	8	scharf	4216·8	10	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		4211·8	1	sehr scharf	4211·8	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4206·6	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4200·8	1	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4199·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4196·8	6	
	—	—		—	—			—	—		4192·4	1	stark verbreitert	4192·4	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4186·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4183·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4181·5	1	
	—	—		—	—			—	—		4178·5	1	„	4178·5	8	stark einseitig verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4175·9	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4169·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4167·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4165·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4164·6	1	
	—	—		—	—			—	—		4162·0	1	verschwommen	4162·0	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4157·1	4	
	—	—		—	—			—	—		4155·1	1	verschwommen und verbreitert	4155·1	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4149·5	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4148·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4145·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4143·7	1	
	—	—		—	—			—	—		4140·5	1	undeutlich	4140·5	7	
	—	—		—	—			—	—		4134·9	1	„	4134·9	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4132·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4124·3	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4123·0	1	
	—	—		4120·9	1	verschwommen		—	—		4120·9	4	scharf	4120·9	8	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4117·5	3	
	—	—		4115·3	1			—	—		4115·3	3	ziemlich scharf	4115·3	8	
Violett	—	—		4109·1	1			—	—		4109·1	2	mässig verbreitert	4109·1	6	
	—	—		—	—			—	—		4106·9	1	undeutlich	4106·9	6	
	—	—		—	—			—	—		4104·1	1	verschwommen	4104·1	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4098·0	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4096·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4093·1	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4091·8	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4088·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4086·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4084·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4083·1	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4080·7	1	
	4078·1	7	umgekehrt	4078·1	4		4077 H. W. V. 4077·5 H. u. A.	4078·1	4	mässig verbreitert	4078·1	4	mässig verbreitert	4078·1	10	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4077·0	5	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Violett	—	—		—	—			—	—		—	—		4073·6	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4069·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4066·7	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4062·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4061·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4061·0	4	
	—	—		—	—			4057·9	2		4057·9	2	ziemlich scharf	4057·9	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4056·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4054·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4053·5	4	
	4046·8	5	umgekehrt	4046·8	10	stark verbreitert	4046 H. W. V. 4046·5 H. u. A.	4046·8	10	verbreitert sich leicht bei steigernder Temperatur	4046·8	10	verbreitert	4046·8	10	stark verbreitert
	—	—		4040·7	1			—	—		4040·7	2	stark verbreitert	4040·7	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4037·5	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4035·3	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4033·0	7	verbreitert
	—	—		4030·9	1			—	—		4030·9	2	scharf	4030·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4029·9	3	
	—	—		4024·4	1	sehr verbreitert, nebelig		—	—		4024·4	3		4024·4	8	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		4022·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4021·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4020·1	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4014·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4013·7	6	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4011·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4010·0	1	
	—	—		—	—			—	—		4006·0	1	verbreitert	4006·0	8	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		4003·5	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		4001·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3999·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3999·2	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3998·2	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3996·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3995·8	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3993·8	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3989·8	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3988·8	1	
Ultraviolett	3984·1	4		3984·1	8		3983 H. W. V. 3984·0 H. u. A.	—	—		3984·1	8	„	3984·1	10	sehr verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		3978·8	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3976·5	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3971·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3970·3	1	
	—	—		—	—			—	—		3967·9	1	undeutlich	3967·9	8	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		3964·9	1		3964·9	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3962·9	5	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		3961·4	2		3960·2	5	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3954·7	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3951·1	2	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		—	—			—	—		—	—		3950·2	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3948·3	7	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		3945·2	1	nebelig, verbreitert	3945·2	6	
	—	—		—	—			—	—		3942·3	1	,,	3942·3	8	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3939·6	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3936·7	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3931·7	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3930·3	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3928·1	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3925·5	8	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		3922·0	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3918·9	7	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3916·4	5	
	—	—		3914·5	1			—	—		3914·5	2	mässig verbreitert	3914·5	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3911·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3909·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3908·9	2	
	3908·4	1	sehr unscharf	3906·6	1			3906·6	1		3906·6	2	ziemlich scharf	3906·6	4	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		3904·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3903·7	3	
	—	—		—	—			—	—		3902·1	1	stark verbreitert	3902·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3901·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3900·1	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3899·0	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3897·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3896·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3895·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3887·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3883·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3882·0	1	undeutlich
	—	—		—	—			—	—		—	—		3881·1	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3878·0	1	
	—	—		—	—			—	—		3875·1	1	verschwommen	3875·2	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3874·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3873·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3870·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3869·3	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3864·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3863·4	1	
	—	—		3859·9	3	verbreitert nach Violett	3859·0 H. u. A.	—	—		3859·9	3	stark verbreitert, unscharf nach Violett	3860·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3857·5	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3856·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3851·2	2	
	—	—		—	—			—	—		3845·1	1	undeutlich	3845·1	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3843·2	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3842·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3840·5	2	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		3839·4	1	verschwommen	3840 H. W. V.	—	—		3839·4	2	mässig verbreitert	3839·4	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3837·8	2	verbreitert, wahrscheinlich doppelt
	—	—		—	—			—	—		—	—		3835·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3834·6	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3833·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3832·6	2	
	—	—		—	—			—	—		3829·5	1	verbreitert, nebelig	3829·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3829·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3826·8	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3822·7	2	
	3820·6	1	sehr unscharf	3820·6	3		3820 „ 3820·0 H. u. A.	—	—		3820·6	4	sehr stark verbreitert	3820·6	2	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		3817·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3816·3	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3814·2	1	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		—	—		3812·7	2	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3811·5	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3811·1	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3810·4	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3809·0	4	
	—	—		3807·6	1	„	3807·0 „	—	—		3807·6	3	verschwommen	3807·6	4	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		3803·6	4	
	—	—		3801·5	1	„	3800·0 „	—	—		3801·5	2	mässig verbreitert	3801·5	4	
	—	—		—	—			—	—		3797·6	1	„	3797·6	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3795·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3792·7	1	
	3790·4	2		3790·4	8		3791 H. W. V. 3790·0 H. u. A.	—	—		3790·4	8	stark verbreitert	3790·4	3	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3788·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3787·2	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3786·3	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3784·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3783·8	1	sehr schwach
	—	—		—	—			—	—		—	—		3782·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3780·8	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3779·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3776·5	3	verschwommen
	—	—		—	—			—	—		3774·3	8	undeutlich	3774·3	8	sehr verbreitert
	3770·7	2	„	3770·7	3		3773 H. W. V. 3770·0 H. u. A.	—	—		3770·7	3	stark verbreitert	3770·7	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3762·2	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3759·9	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3757·3	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3756·6	1	
	—	—		3755·0	1	„	3753 H. W. V. 3754·7 H. u. A.	—	—		3755·0	1	verbreitert, sehr undeutlich	3755·5	1	verbreitert, nebelig
	—	—		—	—			—	—		—	—		3752·5	2	
	3751·8	4	verbreitert	3751·8	4		3751·0 „	—	—		3751·8	4	stark verbreitert	3751·8	3	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		—	—			—	—		—	—		3750·9	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3747·5	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3743·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3742·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3741·7	1	undeutlich
	—	—		—	—			—	—		—	—		3740·7	1	scharf
	—	—		—	—			—	—		—	—		3738·9	1	undeutlich
	—	—		—	—			—	—		—	—		3735·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3729·5	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3726·9	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3726·3	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3724·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3718·0	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3715·5	3	verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		3712·9	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3711·2	1	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3709·6	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3708·2	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3707·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3707·0	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3705·7	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3704·9	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3704·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3703·4	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3702·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3701·4	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3698·6	2	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3695·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3691·8	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3690·0	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3689·2	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3688·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3685·2	6	
	3680·7	4	verbreitert	3680·7	4		3681·9 H. u. A.	—	—		3680·7	4	unscharf gegen Roth	3680·7	6	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3665·4	3	
	3663·3	5	umgekehrt	3663·3	9	starkes Triplet auf continuierlichen grünen Linien verbreitert	3662·9 „	3663·3	9	scharfes Triplet	3663·3	9	ziemlich scharfes Triplet	3663·3	10	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—		—	—		3661·4	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3659·4	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3656·4	1	
	3654·9	5	„	3654·9	8		3654·4 „	3654·9	8		3654·9	8		3654·9	8	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3651·9	3	
	3650·3	10	„	3650·3	10		3650 H. W. V.	3650·3	8		3650·3	8		3650·3	10	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3644·5	5	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3642·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3638·5	5	
	—	—		—	—			—	—		3633·5	1	ziemlich scharf	3633·5	3	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3632·5	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3630·3	5	„
	—	—		—	—			—	—		—	—		3627·6	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3623·4	1	sehr scharf
	—	—		—	—			—	—		—	—		3620·0	1	
	—	—		3618·6	1			—	—		—	—		3618·6	5	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		—	—			—	—		—	—		3616·0	2	
	—	—		3613·7	4			—	—		—	—		3613·7	4	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3610·7	1	
	—	—		—	—			—	—		—	—		3609·1	1	
	—	—		3607·6	1			—	—		—	—		3607·6	5	
	—	—		3604·2	1			—	—		—	—		3604·2	2	
	—	—		3594·7	1			—	—		—	—		3594·7	3	
	—	—		3593·2	1			—	—		—	—		3593·2	3	
	—	—		3590·9	1			—	—		—	—		3590·9	1	
	—	—		3577·7	1			—	—		—	—		3577·7	2	
	3561·5	4	unscharf	3561·5	6		3560·1 H. u. A.	3561·5	8		3561·5	8	verbreitert	3561·5	5	[1]
	—	—		—	—			—	—		—	—		3549·6	1	
	3543·7	4	„	3543·7	6		3542·3 „	3543·7	6		3543·7	6	„	3543·7	5	verbreitert
	—	—		—	—			—	—					3533·5	2	„
	—	—		3518·0	1			—	—		Von da ab nicht weiter beobachtet			3518·0	1	„
	—	—		—	—			—	—					3500·1	1	
	—	—		3494·5	1	verschwommen, verbreitert	3492·6 „	—	—					3494·5	1	„
	—	—		3473·6	1		3473·4 „	—	—					3473·6	1	
	—	—		—	—			—	—					3456·3	1	
	—	—		3451·8	2		3451·4 „	—	—					3451·8	2	
	—	—		—	—			—	—					3440·6	1	
	—	—		—	—			—	—					3437·1	1	
	—	—		—	—			—	—					3434·7	1	
	—	—		—	—			—	—					3431·7	2	stark verbreitert
	—	—		—	—			—	—					3423·5	1	
	—	—		—	—			—	—					3414·9	1	
	—	—		—	—			—	—					3410·0	1	
	—	—		—	—			—	—					3407·1	1	
	—	—		—	—			—	—					3396·1	1	
	3390·5	3	„	3390·5	8		3389·5 „	3390·5	6					3390·5	5	verbreitert
	—	—		—	—			—	—					3386·6	1	scharf
	—	—		3371·3	1			—	—					—	—	
	3367·0	1	„	3366·7	1	verschwommen	3365·5 „	3366·7	1					3366·7	2	unscharf
	3351·5	4	verbreitert	3351·5	4		3351·2 „	3351·5	1					3351·5	4	
	3341·7	5	„	3341·7	8		3341·2 „	3341·7	8					3341·7	6	
	—	—		3330·9	1	„	3326·4 „	—	—					—	—	
	—	—		—	—			—	—					3320·5	1	
	3305·2	6	„	3305·2	2			—	—					3305·2	1	
	—	—		3278·5	2			3278·5	1					3278·5	2	
	3264·3	1		3264·3	5			3264·3	2					3264·3	2	
	—	—		3227·5	3			—	—					3227·5	2	
	—	—		3208·4	4		3207·1 „	3208·4	4					3208·7	3	
	—	—		—	—			—	—					3207·7	1	
	—	—		3158·5	1			—	—					—	—	
	3144·6	2	unscharf	3144·6	2	„		—	—					3144·6	3	etwas verbreitert
	3135·9	2	„	—	—			—	—					3135·9	1	verschwommen

[1]) Von da ab erfolgte die Beobachtung der in der 5. Rubrik angeführten Spectren nicht mehr in zugeschmolzenen Glasröhren, sondern in Vacuumröhren mit Quarzplattenverschluss. Hierbei ist es schwierig, die Erhitzung rasch und stark genug vorzunehmen; deshalb konnten wir dieses Spectrum nicht zur vollkommensten Entwickelung bringen und es wird sich im Ultraviolett wohl noch linienreicher erhalten lassen. Die von hier ab folgenden Zahlen der Rubrik 5 schliessen sich deshalb vielleicht eher an das linienärmere Spectrum der vorhergehenden Rubrik (4) an.

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	3131·9	8	umgekehrt	—	—			—	—					—	—	
	3131·7	8	„	3131·8	10		3130·4 H. u. A.	3131·8	10					3131·8	5	
	3125·8	10	„	3125·8	10		3124·5 „	3125·8	10					3125·8	5	
	—	—		—	—			—	—					3116·5	1	
	—	—		—	—			—	—					3107·7	1	
	—	—		—	—			—	—					3096·0	2	
	3095·4	1	unscharf	3095·4	1	verschwommen, wahrscheinlich doppelt	3094·0 „	—	—							
														3093·3	1	
	—	—		—	—			—	—					3090·6	1	
	3085·4	1	„	3085·4	1	verschwommen		—	—					3085·4	1	sehr verschwommen
	3050·6	1	„	3051·0	1	„		—	—					3051·0	2	„
	3038·7	4	„	—	—			—	—					3038·7	2	scharf
	3027·6	2	„	—	—			3027·6	4					3027·6	2	
	—	—		—	—			3025·9	1					—	—	
	3023·7	2	„	—	—			3023·7	6					3023·7	2	
	3021·6	4	umgekehrt	3021·6	8	stark verbreiterte Linie	3021·0 „	3021·6	8	scharfe Liniengruppe				3021·6	3	
	3011·2	1	unscharf	—	—			—	—					3011·2	1	sehr verbreitert
	3007·0	2	verbreitert	3007·0	1	verschwommen		—	—					3007·0	2	„
	—	—		—	—			—	—					2972·8	1	scharf
	2967·4	10	umgekehrt	2967·4	10	verbreitert	2966·4 „	2967·4	10					2967·4	8	
	—	—		—	—			—	—					2955·3	1	
	—	—		—	—			—	—					2953·3	1	verschwommen
	—	—		2947·5	6		2946·6 „	2947·5	2					2947·5	3	
	—	—		—	—			—	—					2942·6	1	undeutlich
	—	—		—	—			—	—					2941·3	1	verschwommen
	—	—		2940·8	1	verschwommen		—	—					2939·8	1	
	—	—		2935·8	1		2935·5 „	—	—					2935·8	2	
	2925·5	8	verbreitert	2925·5	3	verbreitert gegen Roth	2925·2 „	2925·5	5					2925·5	7	
	—	—		2916·4	2		2915·3 „	2916·4	1					2916·4	3	
	—	—		—	—			—	—					2915·5	1	
	2893·7	5	„	2893·7	10	verbreitert	2892·9 „	2893·7	6					2893·7	7	
	—	—		2886·8	1			—	—					2886·8	1	„
	—	—		—	—			2882·2	1					2882·2	1	
	—	—		2873·3	2			—	—					2873·3	2	scharf
	2865·1	2	unscharf	2865·1	1	verschwommen		—	—					2865·1	2	stark verbreitert
	2857·1	4	„	2857·1	2			2857·1	3					2857·1	4	
	—	—		—	—			—	—					2852·0	1	
	2847·9	4	„	2847·9	10	verbreitert	2846·8 „	2847·9	6					2847·9	8	
	—	—		—	—			—	—					2842·0	1	sehr undeutlich
	—	—		—	—			—	—					2835·0	1	
	2835·3	1	„	2833·5	1	verschwommen	2832·1 „	—	—					2833·5	2	
	2820·0	4	„	2820·0	10	verbreitert	2819·7 „	2820·0	5					2820·0	4	verbreitert
	—	—		2806·5	2	sehr verschwommenes Triplet	2810·0 „	2806·5	2	scharf				2806·5	1	
	—	—		2804·4	2		2804·5 „	2804·4	3	„				2804·4	1	
	2803·7	4	„	2803·7	3			2803·7	5	„				2803·7	3	
	2799·8	1	„	2799·8	4		2798·5 „	—	—					2799·8	1	„

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		2791·2	3		2790·0 H. u. A.	—	—					2791·2	3	
	—	—		—	—			—	—					2789·1	1	
	—	—		—	—			—	—					2784·6	1	
	—	—		—	—			—	—					2781·0	1	
	2774·7	4	unscharf	2774·7	4		2773·2 „	—	—					2774·7	2	
	—	—		—	—			—	—					2767·6	1	
	—	—		2762·2	3			—	—					2762·2	2	
	2759·8	5	„	2759·8	2		2760·8 „	2759·8	4					2759·8	2	
	2752·9	8	verbreitert	2752·9	8		2751·5 „	2752·9	8					2752·9	6	
	—	—		—	—			—	—					2741·3	1	sehr undeutlich
	—	—		2726·5	1			—	—					2726·5	1	
	—	—		2724·2	1			—	—					2724·2	1	
	—	—		2710·4	1			—	—					2710·4	1	
	—	—		2705·5	1			—	—					2705·5	1	
	—	—		2702·7	4		2702·0 „	—	—					2702·7	2	
	2699·7	2	sehr unscharf	—	—			2699·5	4					2699·5	3	
	2686·6	2	„	2686·7	4			—	—					2686·7	2	verbreitert
	2675·2	1	„	—	—			—	—					2675·2	1	
	2672·8	1	„	2672·8	1	undeutlich		—	—					2672·8	1	
	—	—		—	—			—	—					2664·5	1	
	2660·3	1	„	2660·6	1	„		—	—					2660·6	1	
	2658·6	1	„	2658·6	1	„	2657·6 „	—	—					2658·6	1	undeutlich
	2655·3	5	umgekehrt	2655·3	1	verschwommenes Band		2655·3	7	scharfes Triplet				2655·3	2	
	2653·9	5	„	2653·9	1			2653·9	7					2653·9	2	
	2652·2	8	„	2652·2	4		2652·2 „	2652·2	8					2652·2	3	
	2648·1	1	sehr unscharf	2648·3	1			—	—					2648·3	1	
	2642·7	3	„	2642·7	1	verschwommen	2644·6 „	—	—					2642·7	2	verbreitert
	—	—		—	—		2640·6 „	2640·5	3					2640·5	1	
	—	—		—	—			—	—					2629·0	1	sehr undeutlich
	—	—		—	—			—	—					2625·7	1	
	—	—		—	—			—	—					2614·8	1	
	2609·7	1	unscharf	2609·7	1			—	—					2609·7	2	
	2605·3	2	„	2605·3	2			—	—					2605·3	2	
	—	—		2603·1	2		2602·3 „	2603·1	2					2603·1	3	
	—	—		—	—			—	—					2598·3	1	„
	—	—		2584·7	2		2584·2 „	—	—					2584·7	2	
	2576·3	8	unscharf nach Roth	2576·3	6	verbreitert gegen Roth		2576·3	5					2576·3	3	
	—	—		2575·2	2		2575·3 „	—	—					2575·2	2	
	2564·1	1		2564·1	1			2564·1	1					2564·1	1	
	—	—		—	—			—	—					2561·4	1	
	—	—		2558·0	1	undeutlich		—	—					2558·0	1	
	2540·4	2	umgekehrt	2540·4	1	sehr schwach, verbreitert		—	—					2540·4	2	
	2536·7	10	„	2536·7	10	umgekehrt	2535·8 „	2536·7	6					2536·7	6	
	2534·9	7	„	2534·9	7		2533·8 „	2534·9	5					2534·9	3	
	2524·8	2	unscharf	2524·8	1	verschwommen	2522·7 „	—	—					2524·8	2	verbreitert
	—	—		2515·2	2		2514·3 „	—	—					2515·2	2	
	—	—		—	—			—	—					2507·2	1	sehr schwach
	2505·0	1	„	2505·0	1			—	—					2505·0	1	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung		λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		—	—			—	—					2499·4	1	
	—	—		2492·2	5		2491·4 H. u. A.	2492·2	1					2492·2	3	scharf
	—	—		2490·2	3			—	—					2490·2	1	
	—	—		2483·9	1	sehr schwach, undeutlich	2484·2 „	2483·9	4	scharfes Triplet				2483·9	1	
	—	—		—	—			2482·9	4					2482·9	1	
	2482·1	4	unscharf	2482·1	1	verwaschene Streifen		2482·1	6					2482·1	2	
	2478·1	2	„	2478·5	1	verschwommen, vielleicht doppelt	2477·7 „	2478·8	1					2478·8	1	verschwommen
	—	—		—	—			2478·2	1					2478·2	1	
	—	—		2469·5	2			—	—					2469·5	1	
	—	—		2468·1	2		2468·0 „	—	—					2468·1	2	
	—	—		—	—		2467·0 „	—	—					—	—	
	2464·2	5	„	2464·2	4		2463·7 „	2464·2	4					2464·2	4	
	—	—		2459·6	1		2459·3 „	—	—					2459·6	1	
	2447·0	5	„	2447·0	1			2447·0	1					2447·0	2	
	—	—		2414·3	5		2414·3 „	2414·3	2					2414·3	4	
	2412·3	4	„	2412·3	1	sehr schwach, undeutlich		2412·3	1					2412·3	1	„
	—	—		2407·6	5		2407·3 „	2408·6	2					2407·6	4	
	2399·6	4	„	—	—			—	—					2399·6	2	
	—	—		2390·3	1		2390·0 „	—	—					2390·3	1	
	—	—		—	—			—	—					2380·1	1	sehr undeutlich
	2378·4	5	„	2378·4	2			2378·4	5					2378·4	3	
	2374·1	2	sehr unscharf	—	—			—	—					2374·1	1	undeutlich
	—	—		2369·3	3	verschwommen		—	—					2369·3	2	
	—	—		2354·3	3	„	2355·2 „	—	—					2354·3	1	scharf
	—	—		—	—			2353·6	1	verschwommen				2353·6	1	
	—	—		—	—			2352·6	1					2352·6	1	undeutlich
	2345·4	4	unscharf nach Roth	2345·4	2			2345·4	1					2345·4	2	
	—	—		2341·9	1	sehr schwach	2342·2 „	—	—					2341·9	1	
	—	—		2340·5	1	„	2340·0 „	—	—					2340·5	1	
	—	—		2339·7	2	verschwommen, wahrscheinlich doppelt		—	—					2339·3	3	
	—	—		2335·1	1			—	—					2335·1	1	sehr undeutlich
	—	—		—	—			—	—					2327·5	1	„
	—	—		—	—			—	—					2323·1	1	„
	—	—		2321·0	1	sehr schwach		—	—					2321·0	1	„
	—	—		2215·0	3		2315·2 „	—	—					2315·0	1	verbreitert
	2301·6	1	unscharf	—	—			2301·6	1					2301·6	1	
	—	—		2296·4	2		2296·5 „	—	—					2296·4	1	
	—	—		2292·0	1		2292·6 „	—	—					2292·0	2	verschwommen
	—	—		—	—			—	—					2284·0	1	
	—	—		2264·0	4	ziemlich scharfes Triplet	2264·2 „	2264·0	2					2264·0	2	stark verbreitert
	2262·2	4		2262·2	4		2263·3 „	2262·2	3					2262·2	2	
	2260·4	4		2260·4	4		2261·4 „	2260·4	3					2260·4	2	

Farbe	Bogenspectrum			Funkenspectrum zwischen Quecksilberelektroden bei Atmosphärendruck (Flaschenfunken)				Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei hoher Verdünnung und 15 bis 80° C. (ohne Leydenerflasche)			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: In erhitzten Vacuumröhren (Temperatur 180 bis 400° C.) bei 10 bis 1000 *mm* Druck mit starken Flaschenfunken			Spectrum in quecksilberhaltigen Vacuumröhren: Bei geringem Drucke Quecksilber in einseitig erhitzten Geissler'schen Röhren durch die stark erhitzte Capillare destilliert, wonach es andererseits rasch condensiert wird. Starker Flaschenfunke		
	Kayser und Runge			Eder und Valenta			Frühere Beobachter	Eder und Valenta								
	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung		λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
Ultraviolett	—	—		—	—			—	—					2258·6	1	undeutlich
	2252·9	2		2252·9	4		2254·0 H. u. A.	2252·9	2					2252·9	2	
	—	—		2244·1	1			—	—					2244·1	1	
	—	—		2230·0	1		2231·0 „	—	—					2230·0	2	
	2224·7	4		2224·7	6		2225·7 „	2224·7	3					3224·7	2	stark verbreitert
	—	—		2191·3	1		2190·9 „	—	—					2191·3	1	
	—	—		2150·6	1		2148·0 „	—	—					2150·6	1	

II. Bandenspectrum des Quecksilbers.

H. W. Vogel beschreibt das von ihm erhaltene Quecksilberspectrum im Geisslerrohre, welches jedoch nach unserer Ansicht bei seinen Versuchen nicht rein erhalten wurde (s. vorher), als ein Linienspectrum, in welchem Andeutungen schwach canellierter Banden vorhanden waren (bei λ = 4216, 4008, 3910); von denselben könnten vielleicht die beiden ersten weniger brechbaren mit unserem Bandenspectrum identisch sein (vergl. unsere vorherige Anmerkung); da jedoch die gut charakterisierte, von uns mit λ = 4396 (Kante) bestimmte, sowie die stark brechbare Quecksilberbande λ = 3728 (Kante) fehlt, dafür eine im reinen Bandenspectrum des Quecksilbers von uns nicht wiedergefundene Bande (λ = 3910 nach Vogel) von H. W. Vogel angeführt ist, so deutet dies darauf hin, dass das von demselben beobachtete Spectrum ein Mischspectrum war, welches vielleicht von Verunreinigungen herrührt, denn einige dieser Linien (s. pag. 132), sowie die Bande λ = 3910, fehlen in reinen Quecksilber-Geisslerröhren.

Es mangelten somit sichere Anhaltspunkte über die Existenz eines zweiten als «Bandenspectrum» zu bezeichnenden Quecksilberspectrums und wir bemühten uns, die Frage zu lösen, ob dem Quecksilber nur ein Linienspectrum zukomme oder ob, ähnlich wie Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel etc., der Quecksilberdampf ausser dem Linienspectrum noch ein zweites von diesem verschiedenes «Bandenspectrum» liefern könne.

Unseren Versuchen zufolge entsteht das Bandenspectrum am schönsten, wenn man durch destillierenden Quecksilberdampf in den pag. 134 beschriebenen und abgebildeten Röhren den Inductionsfunken ohne Leydenerflaschen durchschlagen lässt.

Man erhitzt zu diesem Zwecke den retortenartigen Theil des Geisslerrohres (Fig. 26) mittelst eines untergestellten Brenners und lässt, sobald das Quecksilber durch die Capillare überzudestillieren beginnt, den Funken eines kräftigen Inductoriums ohne Leydenerflaschen durchschlagen. Die Capillare erglänzt bei genügend kräftigem Strome in hellem, grünlichweissen Lichte, welches, mit dem Taschenspectroskop betrachtet, schwache Banden im Indigoblau und Violett erkennen lässt. In der Spectrumphotographie ist das Bandenspectrum ausserordentlich scharf und deutlich sammt allen seinen feinen Linien definiert, wie man es nach dem Anblicke, den es dem Auge gewährt, niemals erwarten sollte (s. heliographische Abbildung Fig. 9).

Sobald man Leydenerflaschen einschaltet, tritt das Bandenspectrum des Quecksilbers entweder gänzlich oder (bei weniger Flaschen) bis auf einige Reste zurück und an seine Stelle tritt das linienreiche

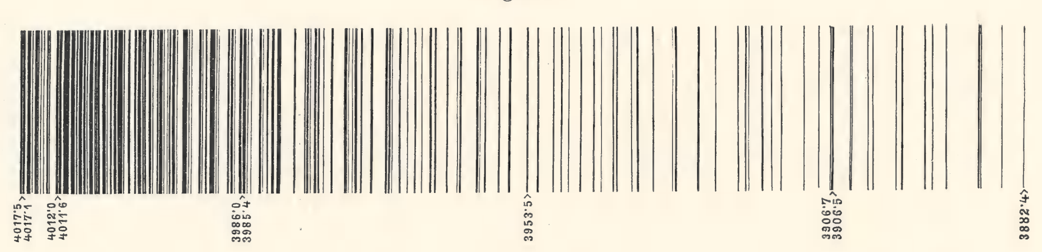
Spectrum, welches in der beigegebenen heliographischen Tafel (Fig. 8) abgebildet ist[1]). Schaltet man die Leydenerflaschen aus, so tritt sofort das Bandenspectrum wieder hervor.

Die vorliegenden Messungen geben ein klares Bild über die Beschaffenheit des von uns entdeckten zweiten neuen Quecksilberspectrums, dessen Linienbau nunmehr sichergestellt ist. Dieses Spectrum ist als ein Bandenspectrum zu bezeichnen, dessen sämmtliche von uns beobachteten Banden mit der intensiveren Kante gegen das weniger brechbare Ende zu liegen, während sie gegen das Ultraviolett allmählich schwächer werden und die Linien weiter auseinander liegen.

Bei langer Belichtung greifen die einzelnen Banden ineinander über. Von denselben liegt die erste im Cyanblau, die zweite und dritte im Indigo, die vierte im Violett am Anfange des Ultraviolett, die fünfte und die folgenden im Ultraviolett. Diese Banden bestehen aus zahlreichen äusserst scharfen Linien, welche häufig zu Triplets geordnet scheinen. In jeder einzelnen dieser Banden lassen sich je über hundert feine Linien erkennen; wir haben die Wellenlänge von mehr als 400 derartigen Linien bestimmt (s. Tabelle).

Wir haben es also hier mit keinen verwaschenen continuierlichen Banden zu thun, sondern mit Gruppen, welche aus hunderten von feinen Linien bestehen und den Eindruck canellierter Banden machen.

Fig. 27.



Die weniger brechbare Kante dieser Banden besteht meist aus einer Doppellinie, neben welcher sich feine Linien gegen Ultraviolett abschattieren; in knapper Nachbarschaft dieser Kante liegt eine zweite intensivere Kante, welche ihrerseits wieder aus einer Doppellinie besteht und an welche sich nun die zahlreichen anderen feinen Linien anschliessen. Diese beiden einander benachbarten Anfangskanten charakterisieren den Anfang jeder dieser Banden; wir haben diese Kanten mit α und β bezeichnet (s. Tabelle). Die obenstehende Fig. 27 zeigt eine dieser Quecksilberbanden zu Beginn des Ultraviolett, deren Kante mit der Doppellinie $\lambda = 4017{\cdot}5$ und $4017{\cdot}1$ beginnt; zur Orientierung haben wir in dieser Figur, welche mittelst Photographie nach der Vergrösserung eines unserer Photogramme hergestellt wurde, die Wellenlängen einiger Linien eingetragen.

Diese Figur (welche jedoch nicht alle in unserer Tabelle enthaltenen Linien vollständig enthält) gibt eine gute Vorstellung über den Linienbau dieser Banden. Es machen diese zweifachen, weniger brechbaren Anfangskanten der einzelnen Banden, von welchen die weiteren Liniengruppen sich gegen Ultraviolett abheben, den Eindruck, als ob jede Hauptbande aus zwei ineinander geschobenen benachbarten Nebenbanden gebildet würde.

Zwischen die schattierten Banden lagert sich mehr oder weniger intensiv das Linienspectrum des Quecksilbers, welches im Geisslerrohre bei Inductionsfunken (ohne Flaschen) entsteht und welches sich niemals ganz aus dem Bandenspectrum entfernen lässt.

Die Erkennung dieser Linien ist an der Hand unserer Tabelle des Linienspectrums übrigens leicht durchführbar.

---

[1]) Bei Anwendung von Wechselstrom tritt in der Capillare, wenn zahlreiche Flaschen eingeschaltet werden, das linienreichste Quecksilberspectrum (Fig. 8 der Tafel IX) auf, während im weiteren Theile unmittelbar hinter der Capillare gleichzeitig das Bandenspectrum sehr schön hervortritt; jedoch sind in diesem Falle dem Bandenspectrum mehr Linien des eigentlichen Linienspectrums beigemengt.

Bandenspectrum des Quecksilbers (bezogen auf Rowland's Normalspectrum).

Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
Farbe	λ	i	Farbe	λ	i	Farbe	λ	i	Farbe	λ	i
Grün	Kante α 4517·1	2[1]	Indigo	4376·2	2	Indigo	4289·8	1	Violett	4197·0	3
	„ β 4514·3	2		4374·9	1		4282·3	1		4195·2	1
	4513·0	1		4374·5	1		4278·1	2		4194·4	2
	4510·5	2		(4372·6	3)[7]		4275·3	1		4192·8	1
	4508·7	2		4370·6	2		4266·5	1		4192·3	1
	4505·2	2		4369·4	1		4262·9	1		4191·6	2
	4502·5	2[2]		4369·1	1		4260·6	1		4190·3	1
	4497·9	2		4368·3	1		4250·7	1		4189·1	2
	4495·4	1		4366·1	3		4246·1	1		4187·1	4
	4493·4	1[3]		4364·0	2		4243·6	1		4185·9	2
	4489·3	3		(4358·6	10)[8]		4233·8	1[12]		4185·1	2
	4487·2	3		4353·2	2	Violett	Kante {4218·9	3[13]		4183·6	3
	4484·9	1		4352·6	2		{4218·3	3		4181·3	3
	4478·8	3		4350·0	3		4218·0	1		4181·0	1
	4477·0	3		(4347·7	10)[9]		4217·6	2		4180·2	1
	4474·6	1		4344·0	2		4216·8	1		4179·7	2
	4465·5	3		4343·1	2		4215·9	1		4178·8	2
	4462·6	1		4340·6	3		4215·0	1		4177·2	3
	4451·4	2		(4339·5	10)[10]		„ β 4214·1	4		4175·0	4
	4448·8	1[4]		4338·4	1[11]		4218·0	4		4173·9	2
	4434·8	1[5]		4336·8	2		4212·9	5		4172·5	3
	4433·4	1		4332·8	1		4212·1	1		4172·0	2
Indigo	„ {4396·3	3[6]		4332·0	1		4211·2	4[14]		4170·0	3
	{4395·0	3		4330·6	2		4210·2	1		4169·1	1
	{4393·2	4		4330·1	2		4209·1	3		4167·8	3
	„ β{4392·6	3		4328·7	3		4208·7	2		4167·2	1
	{4391·5	2		4326·4	1		4207·6	2		4166·2	2
	4390·4	3		4321·1	1		4207·2	2		4164·8	3[16]
	4389·4	3		4319·6	1		4206·7	1		4164·1	1
	4388·1	3		4318·0	2		4206·3	3		4162·1	3
	4386·5	4		4317·6	2		4205·5	2[15]		4160·0	3
	4385·2	3		4215·2	1		4204·7	2		4157·9	2
	4384·4	3		4308·3	1		4203·5	1		4156·7	4
	4382·8	2		4307·3	1		4202·8	1		4155·0	1
	4382·0	2		4305·6	3		4201·9	2		4153·9	3
	4381·3	3		4303·2	1		4201·3	2		4152·0	4
	4380·0	2		4294·8	2		4199·8	1		4149·0	1
	4378·3	2		4292·4	2		4198·6	1		4148·4	3
	4378·0	2		4291·2	2		4197·6	1		4145·2	1

1) Erste Quecksilberbande; Anfangskante der gegen das stärker brechbare Ende abschattierten canellierten Bande. — Dieselbe ist von sämmtlichen Quecksilberbanden die am wenigsten vollkommen entwickelte und gibt kein deutliches Bild des Baues derselben.
2) Vielleicht doppelt.
3) Sehr schwach.
4) Vielleicht doppelt.
5) Sehr schwach.
6) Durchwegs scharfe, feine Linien. — Diese starke Doppellinie blieb die Anfangskante der zweiten Bande, daneben tritt gewissermassen als zweite Kante eines eingelagerten, stärkeren und ausgedehnteren Nebenbandes die Doppellinie 4393 und 4392 auf.
7) Ist eine dem Linienspectrum des Hg zukommende Linie, welche sich dem Bandenspectrum beigesellt.
8) Sehr verbreitert; Hauptlinie des Linienspectrums; verdeckt wahrscheinlich einige feine Linien des Bandenspectrums.
9) Sehr verbreiterte Hauptlinie des Linienspectrums; wie vorhin.
10) Verbreiterte, sehr starke Linie; Hauptlinie des Linienspectrums des Hg.
11) Vielleicht doppelt (?).
12) Es folgen noch zahlreiche, sehr schwache Linien, welche sich bis zum Beginn der nächsten (dritten) Quecksilberbande erstrecken.
13) Diese Doppellinie bildet die Anfangskante der dritten Quecksilberbande; ihr folgen mehrere feine Linien, dann beginnt mit einer kräftigen Doppellinie (4214, 4213) ein neues, unmittelbar darangelagertes Nebenband. Das ganze dritte Hauptband (das lichtstärkste der Quecksilberbanden) ist gegen das brechbare Ende abschattiert (canelliert), im selben Sinne, wie alle fünf Hg-Banden.
14) Vielleicht doppelt (?).
15) Ist wahrscheinlich doppelt.
16) Verbreitert, wahrscheinlich doppelt.

Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
Farbe	λ	i	Farbe	λ	i	Farbe	λ	i	Farbe	λ	i
Violett	4144·6	1	Violett	(4057·9	3)[4]	Ultraviolett	4004·4	2	Ultraviolett	3957·4	3
	4143·3	4		4050·7	1		4003·9	2		3956·1	1
	4142·4	1		4049·8	2		4003·1	7		3955·7	2
	4139·4	4		4049·0	1		4001·8	3		3953·5	4
	4139·1	3		4048·1	1		4000·9	2		3952·3	2
	4138·4	1[1]		4047·6	3		4000·4	4		3950·6	2
	4134·6	3		(4046·8	10)[5]		3999·7	2[10]		3949·0	3
	4133·7	3		4044·5	3		3998·9	2		3946·7	3
	4129·9	2		4042·0	1		3997·3	5		3945·2	3
	4129·5	2		4040·6	1		3996·1	1		3943·0	2
	4128·8	2		4038·7	1		3995·6	3		3941·1	2
	4124·0	2		4037·1	1		3994·0	4		3941·0	1
	4123·8	2		4035·1	2		3993·9	4		3939·6	3
	4123·3	2		4034·6	1		3991·8	5		3938·5	2
	4121·7	1		4034·2	1		3990·9	1		3936·7	1
	4119·6	2		4032·8	1		3990·1			3935·1	2
	4118·9	2		4031·6	1		3989·9	4		3934·6	2
	4117·5	1		4030·8	1		3987·6	3		3932·7	1
	4113·3	2		4029·8	2		3987·3	3		3931·9	3
	4112·8	1		4027·8	1		3986·0	4		3929·9	2
	4109·8	1		4026·8	1		3985·4	4		3926·9	2
	4109·0	1		4026·2	1		3983·3	3		3923·9	3
	4108·2	4		4025·4	1		3982·4	3		3921·8	3
	4105·2	1		4024·2	1		3981·5	4		3918·9	2
	4101·9	3		4022·2	1		3980·6	3		3918·1	2
	4101·6	2		4020·4	1		3980·3	3		3917·6	1
	4100·6	2		4020·2	1		3978·4	3		3915·8	3
	4097·8	1		4018·8	1[6]		3976·9	2		3914·6	1
	4096·7	1	Ultraviolett; Kante α	4017·5	4[7]		3976·6	3		3913·2	2
	4096·2	1[2]	Kante α	4017·1	4		3975·4	2		3910·3	2
	4091·8	1		4016·2	2[8]		3975·0	2		3908·4	1
	4089·9	3		4015·1	3		3974·2	1		3906·7	3
	4087·3	2		4014·9	1		3973·1	4		(3906·6	5)[11]
	4085·5	2		4013·5	2		3971·2	5		3904·3	1
	4084·5	2		4013·2	1		3970·7	1		3902·2	1
	4079·5	1	„	4012·0	4[9]		3970·1	1		3901·5	2
	4079·0	2	„	4011·6	4		3969·7	3		3898·5	1
	(4078·1	8)[3]		4010·8	3		3969·1	2		3897·7	3
	4077·1	3		4010·6	3		3967·8	3		3895·0	2
	4076·6	2		4009·8	3		3965·7	4		3894·0	1
	4075·5	1		4009·2	1		3965·4	4		3892·1	2
	4073·0	2		4008·6	3		3963·8	3		3888·1	3
	4071·7	2		4008·0	2		3962·8	2		3887·8	1
	4063·9	2		4007·1	3		3962·0	2		3885·1	1
	4062·0	1		4006·3	1		3960·9	1		3882·4	2
	4059·6	1		4006·1	2		3959·6	4		3878·0	2
	4058·4	2		4005·2	6		3958·9	3		3876·6	1

[1]) Sehr schwach.
[2]) Sehr schwach.
[3]) Starke Linie des Linienspectrums von Hg, welche auch im Bandenspectrum auftritt.
[4]) Scharfe Linie des Linienspectrums von Hg, welche sich dem Bandenspectrum beigesellt.
[5]) Verbreiterte Hauptlinie des Linienspectrums, welche in der Umgebung feine Linien zeigt.
[6]) Es folgen hier noch zahlreiche feine, schwache Linien, welche (immer schwächer werdend) den Raum bis zur Anfangskante der folgenden Bande erfüllen.
[7]) Mit nebenstehender starker Doppellinie beginnt die Kante der vierten Quecksilberbande.
[8]) Wahrscheinlich doppelt.
[9]) Mit dieser Doppellinie beginnt im Innern der vierten Hauptbande eine neue Kante eines abschattierten Nebenbandes, analog den anderen Banden.
[10]) Wahrscheinlich doppelt.
[11]) Scharfe Linie des Linienspectrums von Hg, welche auch im Bandenspectrum auftritt.

Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta			Eder und Valenta		
Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*	Farbe	λ	*i*
Ultraviolett	3875·1	2	Ultraviolett	3725·1	1	Ultraviolett	3708·4	1	Ultraviolett	3689·2	1
	3872·4	2		3723·6	1		3706·9	1		3688·2	1
	3870·7	1		3722·6	2		3706·4	1		3686·3	1
	3867·6	3		3722·3	1		3706·0	1		3686·1	1
	3864·7	2	Kante β	3721·4	3		3705·5	1		3684·1	1
	3861·7	1		3721·1	1[3]		3703·1	1		3681·6	1
	3856·6	2		3720·4	1[4]		3702·6	1		3680·7	1
	3853·8	1		3719·6	3		3700·6	1		3679·8	1
	3852·2	1		3718·3	3		3699·7	1		3676·6	1
	3850·9	1		3717·0	3		3698·8	1		3676·0	1
	3845·2	1		3715·9	1[5]		3697·1	1		3675·1	1
	3833·2	1		3715·2	3		3696·1	1		3671·1	1
	3830·7	1[1]		3714·2	1		3695·3	1		3670·6	1
	3820·6	1		3713·2	3		3694·8	1		3669·9	1[6]
	3807·3	1		3712·0	2		3694·5	1		Kante α 3500·1	} [7]
Kante α	3728·6	2[2]		3711·0	3		3693·2	1		» β 3495·0	
	3728·0	1		3709·4	1		3692·3	1		» α 3274·5	} [8]
	3726·2	3		3708·7	1		3690·7	1		» β 3268·1	

[1]) Es folgen hier noch zahlreiche schwache, kaum ausmessbare Linien, dann eine andere, sehr schwache Bande (analog wie die anderen gebaut), welche wir nicht ausmassen.
[2]) Anfangskante der fünften Quecksilberbande. Der Bau der canellierten Bande ist analog dem vorigen.
[3]) Undeutlich.
[4]) Undeutlich.
[5]) Wahrscheinlich doppelt.
[6]) Es folgen noch zahlreiche, schwache, unmessbare Linien.
[7]) Anfangskanten der sechsten Quecksilberbande (mittelst des Quarzspectrographen erhalten).
[8]) Anfangskanten der siebenten Quecksilberbande, welche beiden denselben Charakter wie die vorhergehenden Banden haben und aus zahlreichen Linien bestehen. — Daran schliessen sich noch zahlreiche feine Linien an, welche weniger regelmässig zu sein scheinen. — Das ganze ultraviolette Bandenspectrum des Hg ist mit den Linien des einfachsten Quecksilber-Linienspectrums, wie es in Geisslerröhren bei geringem Drucke und Inductionsfunken (ohne Flaschen) auftritt, durchsetzt.

Rückschluss auf die Natur von Banden- und Linienspectren der Elemente im Allgemeinen.

Die von uns gemachten Beobachtungen gestatten einen Rückschluss auf die Natur der Banden- und Linienspectren der Elemente im allgemeinen, über welche mannigfache Anschauungen geäussert wurden.

Plücker und Hittorf fanden in ihrer berühmten Abhandlung über die Spectren der Gase (Philosoph. Transact., 1865):

Dass die Spectren von Stickstoff, Wasserstoff und anderen Gasen eine Veränderung erleiden, wenn die Intensität der elektrischen Entladung sich ändert; sie fanden, dass bei elektrischen Entladungen geringerer Spannungen ein «Bandenspectrum», oder wie sie es nannten, «Spectrum I. Ordnung» entstehe; dagegen bei Erhöhung der Temperatur ein «Linienspectrum» auftritt — «Spectrum II. Ordnung». Als Erklärung für diese Erscheinung nahmen sie an, dass zum Beispiel Stickstoff, ähnlich wie Sauerstoff, in verschiedenen allotropischen Modificationen existiere und dass durch Änderungen in der Intensität der Entladung Änderungen in diesen allotropen Zuständen hervorgerufen werden[1]).

Angström schloss sich später der Idee Plücker und Hittorf's an[2]) und stellte die Hypothese auf, dass, wenn das Gas verschiedene Spectren zeige, dies daher rühre, dass die Atome des Gases Verbindungen zu verschiedenen Molecülen eingehen und diese gewissermassen allotrope Formen

[1]) Vergl. Roscoë: «Spectralanalyse», 1890, 3. Aufl., pag. 120.
[1]) Poggendorff's Annal., Jubelband. — Wüllner: «Experimentalphysik», 1883, 4. Aufl., II, pag. 300.

ihrer eigenen Spectren haben können, wenn sie, ohne in ihre Atome zu zerfallen, zum Glühen gebracht werden[1]).

Später führte Lockyer weiter aus, dass die Gase, solange ihre Molecüle aus mehreren Atomen bestehen, Bandenspectren zeigen sollen, dagegen, wenn mit steigender Temperatur die Molecüle zu Atomen zerfallen, Linienspectren geben müssen[2]). Diese Anschauung wurde seither ziemlich allgemein acceptiert. Auch Kayser («Lehrbuch der Spectralanalyse», 1883, pag. 98) schreibt die Bandenspectren den Molecülen sowohl von Elementen, als auch von Verbindungen zu, während er die Linienspectren durch die Schwingungen der einzelnen Atome (welche durch Dissociation der Molecüle entstehen) erklärt. Gegen diese Anschauung wendet sich insbesondere Wüllner. Derselbe sagt: Die allmähliche Entwickelung der Bandenspectren der Gase (Stickstoff, Sauerstoff) aus dem Linienspectrum sei ein Beweis dafür, dass ein so qualitativer Unterschied zwischen den Plücker-Hittorf'schen Spectren erster und zweiter Ordnung nicht vorhanden ist, wie die Auffassung, dass das eine Spectrum dem Molecüle, das andere dem Atome (wie sie durch Zerreissung der Molecüle entstehen) entspricht, es verlangt[3]). Wüllner hält die Linien der sogenannten Linienspectren nur für Theile der vollständigen Spectren der betreffenden Gase, welch letztere sich zeigen, wenn man hinreichend tiefe Schichten der Gase auf die zur Hervorrufung der Linien erforderliche Temperatur bringt. Später modificierte Wüllner[4]) seine Ansicht dahin, «dass zunächst bei niedriger Temperatur, bei welcher die Molecüle mit geringer Geschwindigkeit aneinanderprallen, die materiellen und die Äthertheilchen der einzelnen Atome des Molecüles in schwingende Bewegung gerathen und durch diese Schwingungen das Bandenspectrum liefern. Erst wenn die Temperatur eine erheblich höhere geworden ist, die Molecüle also mit erheblich grösserer Geschwindigkeit aneinanderfliegen, gerathen die Complexe, die wir als Atome im Molecül ansehen, gegen einander in Schwingung und diese Schwingungen geben die Linien des Linienspectrums» ......

...... «Ganz besonders steht mit dieser Auffassung im Einklange, dass die verschiedenen Linien mit steigender Temperatur erst nach und nach sichtbar werden. Im Linienspectrum sieht man zuerst die Wellenlängen, für welche das Emissionsvermögen den grössten Wert hat; erst wenn die Stösse stärker werden, erhalten die den übrigen Wellenlängen entsprechenden Schwingungen eine hinreichende Amplitude, um wahrgenommen zu werden. Die Stösse müssen umso stärker werden, je geringer das Emissionsvermögen für die betreffenden Schwingungen ist; dass dasselbe zum Beispiel (beim Wasserstoff) für H_γ und H_δ am geringsten ist, soll ja nichts anderes ausdrücken, als die Thatsache, dass H_γ und H_δ niemals die Helligkeit von H_α und besonders von H_β erhalten»[5]). «Mit der Auffassung, dass das Bandenspectrum und das Linienspectrum des Wasserstoffes einem verschiedenen Bau des strahlenden Molecüles zuzuschreiben sind, vermag ich die Beobachtungen (bei *H*, *N* und *O*) nicht zu vereinigen».

W. Ostwald[6]) bemerkt zu den verschiedenen Annahmen über die Ursache der mehrfachen Spectren der Gase: «Es scheint näherliegend, von einer Formveränderung der ponderablen Masse der Atome ganz abzusehen und die Entstehung der Linienspectren den Schwingungen des Äthers um seine durch die ponderable Masse des Atomes bestimmte Gleichgewichtslage allein zuzuschreiben. Die Unabhängigkeit der Wellenlänge von der Amplitude ist dann leicht zu verstehen». Dazu ist indessen zu bemerken (wie Ost-

---

1) Lockyer: Proc. of Lond. Soc., XXI; auch Wüllner: «Experimentalphysik», pag. 300.

2) Vergl. Ostwald: «Lehrbuch d. allgem. Chemie», II. Aufl., Bd. I, pag. 259 u. 261.

3) H. Wüllner: «Über den allmählichen Übergang der Gasspectren in ihre verschiedenen Formen». Sitzungsber. d. königl. preuss. Akad. d. Wissensch., Berlin 1889 (25. Juli).

4) «Die allmähliche Entwickelung des Wasserstoffspectrums». Desgl. 1889 (12. Dec.).

5) Um Missverständnissen vorzubeugen, sei erwähnt, dass bei vielen Elementen das «Emissionsvermögen» für gewisse Schwingungen nicht constant ist, sondern schwache Linien mit steigender Temperatur zu Hauptlinien werden und umgekehrt, wofür es viele Beispiele (Zn, Pb, Sn, Tl etc.) gibt, wie wir für Cadmium erst kürzlich ausführlich beschrieben haben (Eder und Valenta).

6) «Lehrbuch d. allgem. Chemie», 2. Aufl., 1891, pag. 262.

wald a. a. O. hervorhebt), dass nach Wiedemann[1]) die Annahme, der Äther sei der Träger des «Leuchtenergie-Inhaltes», mit den aus den Voraussetzungen der kinetischen Gastheorie folgenden Vorstellungen über die Mechanik des Leuchtens sich nicht wohl in Übereinstimmung bringen lässt. Andererseits aber hat H. Ebert[2]) gezeigt, dass auch in anderer Weise die Anschauungen der kinetischen Gastheorie mit den spectroskopischen Thatsachen in Widerspruch kommen. Somit muss man, wie Ostwald ausführt, entweder die gemachten Voraussetzungen der kinetischen Gastheorie aufgeben, oder man muss annehmen, dass das Leuchten nicht von bewegten Molecülen ausgeht, sondern nur im Momente des Zusammenstosses stattfindet. Es stimmen somit die Ansichten über die Natur des Linien- und Bandenspectrums, sowie über variable Spectren eines und desselben Elementes bei verschiedenen Temperatur-, Druck- und elektrischen Entladungsverhältnissen nicht überein.

Deshalb erscheint uns das genauere Studium von Spectralerscheinungen solcher Elemente von Interesse, deren Spectren unter verschiedenen Verhältnissen deutliche Verschiedenheiten zeigen und deren Dampf nicht aus Molecülen, sondern nur aus Atomen besteht. Solche Elemente sind eben Cadmium und Quecksilber; in ihrem Dampfe hat man es nach den bisher herrschenden Anschauungen nur mit Atomen zu thun, während Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Schwefel und die anderen Elemente, bei welchen bisher Bandenspectren beobachtet wurden, in Dampfform nicht aus freien Atomen, sondern aus Molecülen bestehen. Es liegen aber beim Cadmium sehr bemerkenswerte Verschiedenheiten im Bogen- und Funkenspectrum vor[3]), welche wir in einer früheren Abhandlung[4]) genau klarlegten und bei denen man nicht zur Erklärung greifen kann, dass in dem einen Falle das Molecül, in dem anderen das Atom in Anspruch genommen wird, weil der Dampf des Cadmiums aus Atomen besteht, indem das Molecülargewicht gleich dem Atomgewichte ist. Beim Cadmium liegen wohl nur Linienspectren (Plücker'sche Spectren II. Ordnung) vor, bei welchen, entsprechend der steigenden Temperatur, neue Liniengruppen auftauchen (respective heller werden) und andere verschwinden; ein Bandenspectrum des Cadmiums konnten wir bis jetzt nicht erhalten. Der von uns erbrachte Nachweis, dass dem Quecksilber verschiedene Linienspectren und ein von diesen vollkommen verschiedenes Bandenspectrum zukommt, gewährt aber einen tieferen Einblick in das Wesen der Spectren, weil wir es hier mit Spectren erster und zweiter Ordnung im Sinne Plücker's zu thun haben. Andererseits ist die Annahme herrschend, dass der Quecksilberdampf nicht aus Molecülen, sondern aus einzelnen Atomen bestehe[5]). Damit stimmen sowohl Dampfdichtebestimmungen, als auch Kundt's und Warburg's Versuche überein, welche zeigten (bei Studien über die Schallgeschwindigkeit im Quecksilberdampfe), dass die Molecüle dieses Dampfes keine innere Bewegung haben, also auch nicht aus mehreren Atomen bestehen können (Graham-Otto: «Lehrbuch der organischen Chemie», 1879, 5. Aufl., Bd. II, 1. Abth., pag. 77, Einleitung).

Betrachten wir die spectroskopisch festgestellten Thatsachen und vergleichen wir sie mit den verschiedenen Anschauungen über das Wesen der Linien- und Bandenspectren, so ergibt sich Folgendes:

Dem Quecksilberdampfe kommt ein Linienspectrum zu, welches im galvanischen Lichtbogen und im Geisslerrohre unter der Einwirkung des Inductionsfunkens ohne Flaschen die wenigsten Linien aufweist, jedoch sind die beiden Spectren nicht identisch, wie oben ausführlich erörtert wurde; besser entwickelt, das heisst linienreicher, ist das Funkenspectrum des Quecksilbers (im Flaschenfunken zwischen Quecksilberelektroden), das linienreichste Spectrum (am vollkommensten ausgebildetes Linienspectrum) wird aber erhalten, wenn man den Flaschenfunken durch Geisslerrohre, deren Capillare von Queck-

---

[1]) Wiedemann: Annal., 1889, Bd. XXXVII, pag 179.

[2]) Wiedemann: Annal., 1889, Bd. XXXVI, pag. 466. — Ostwald a. a. O.

[3]) Es zeigen bekanntlich noch viele Elemente ähnliche Erscheinungen, zum Beispiel Zn, Pb, Al, Sn u. a., aber in diesen Fällen muss man annehmen, dass deren Molecüle aus mehreren Atomen bestehen.

[4]) Vergl. pag. 109 dieser Abhandlungen.

[5]) Vergl. Ostwald: «Lehrbuch d. allgem. Chemie».

silberdämpfen durchströmt wird, schlagen lässt. Von diesem variablen Linienspectrum, im Charakter vollkommen verschieden, ist das Bandenspectrum des Quecksilbers, welches keineswegs als ein besser oder schlechter entwickeltes Linienspectrum des Quecksilbers anzusehen ist; obwohl demselben stets die einfachsten Linien, welche im Linienspectrum des Quecksilberdampfes im Vacuum sich zeigen, beigemengt sind, treten doch keine von den anderen Quecksilberlinien hervor, welche im Flaschenfunken an der Luft oder im galvanischen Lichtbogen stets auftreten.

Es liegt wohl nahe, zur Erklärung des Entstehungsgrundes der Quecksilberspectren erster und zweiter Ordnung die jeweilig herrschenden Temperaturen nebst Druckverhältnissen heranzuziehen. Ohne Zweifel kommt das Bandenspectrum einer niedrigeren Temperatur zu[1]). Nicht nur die Temperatur spielt beim Auftreten der verschiedenen Quecksilberspectren eine Hauptrolle, sondern selbstverständlich auch der im Geisslerrohre herrschende Gasdruck; vielleicht ist auch die Art der elektrischen Erregung von Einfluss, aber sichere Beweise hiefür fanden wir nicht. Bemerkenswert ist der günstige Einfluss, welchen die Durchführung einer Destillation von Quecksilber durch die Capillare und Condensation im weiten rückwärtigen Theile des Rohres auf die Entwickelung des Linien- und Bandenspectrums nimmt; es wird das Entstehen dieser Spectren durch diese Umstände nur sehr begünstigt, jedoch nicht ausschliesslich bedingt.

Das Linien- sowohl, wie das Bandenspectrum wurden von uns nacheinander in derselben Röhre mit longitudinaler Aufsicht erhalten, bei derselben Dicke der leuchtenden Schichte von 10 *cm* Länge (im Capillarrohre[2]); es hat somit die Dicke der Schichte unter den gegebenen Verhältnissen keinen entscheidenden Einfluss auf das Auftreten des Banden- oder Linienspectrums, wie mitunter angenommen wird (zum Beispiel von Wüllner, s. pag. 155).

Wir können somit in unseren experimentellen Beobachtungen keine Bestätigung der Annahme finden, dass Banden- und Linienspectren verschieden vollkommene Entwickelungsstadien ein und desselben Hauptspectrums vorstellen, denn wir haben gesehen, dass das Linienspectrum des Quecksilbers sich in verschiedenen schwankenden Entwickelungsstadien zu einem vollkommenen, sehr linienreichen Spectrum ausbildet, welches vom Bandenspectrum gänzlich verschieden ist. Da somit dem Quecksilber unter sich qualitativ vollkommen verschiedene Linien- und Bandenspectren zukommen und ferner zur Erklärung dieser Erscheinung die Annahme von Molecülarvibrationen einerseits neben Atomvibrationen andererseits in unserem Falle nicht herangezogen werden kann, so liefert diese letztere, von anderer Seite gemachte Annahme (s. vorher) jedenfalls keine allgemein giltige Erklärung für das Auftreten der sogenannten Spectren erster und zweiter Ordnung[3]). Es erscheint uns somit folgerichtiger, diese Annahme überhaupt nicht zur Erklärung der Banden- und Linienspectren der Elemente heranzuziehen.

Am besten dürfte Ostwald's Anschauung mit den vorliegenden Beobachtungen übereinstimmen.

Diese Ausführungen haben zur Voraussetzung, dass gemäss der herrschenden Anschauung das Molecülargewicht des Quecksilbers gleich dem Atomgewichte ist; wollte man jedoch die Annahme aufrecht erhalten, dass das Banden- und Linienspectrum jeweilig an das Molecül oder Atom gebunden ist, so würde dies zu einer Verdoppelung der gegenwärtig für das Atomgewicht des Quecksilbers angenommenen Zahl führen und die Annahme von Vibrationen der Materie in verschiedenen Atom-

---

[1]) Dafür spricht die Thatsache, dass das Bandenspectrum unter gewissen Umständen im weiten Theile der Röhren auftritt, wenn Flaschenfunken verwendet werden, in der Capillare aber am leichtesten dann zu Stande kommt, wenn der Funke ohne Flaschen zur Verwendung gelangt; sowie der Umstand, dass das Bandenspectrum sich weniger weit ins Ultraviolett erstreckt als das Linienspectrum.

[2]) Auch gibt die Photographie der Seitenansicht der Röhre, je nach den Versuchsbedingungen, bald das Linien-, bald das Bandenspectrum.

[3]) Wir sprechen hier nur von den Spectren der Elemente. Dass bei den Bandenspectren von Verbindungen die molecülaren Vibrationen und eventuell die intermolecülaren Vorgänge eine grosse Rolle spielen, soll hiermit keineswegs angezweifelt werden (Eder und Valenta).

complexen stösst dann bei der Erklärung der spectroskopischen Thatsachen auf keine Schwierigkeiten mehr.

Vergleicht man schliesslich in unseren Tabellen jene Linien des Quecksilberspectrums unter sich, welche in allen Formen des Linienspectrums auftreten und sogar, wenn auch in beschränkter Anzahl, als untrennbare Begleiter des Bandenspectrums auftauchen, so drängt sich die Anschauung auf, dass diesen Linien eine besondere Bedeutung zukommen müsse. Es entsprechen diese Linien den sogenannten «basischen Linien» Lockyer's[1]).

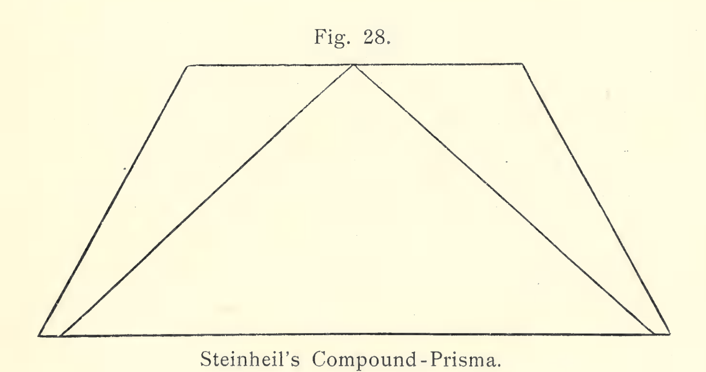
Ferner ist die Erscheinung des ziemlich unvermittelten Aufblitzens des linienreichsten Spectrums (s. die Abbildung Fig. 8 der heliographischen Tafel) bei hochgradig gesteigerter Stärke des Flaschenfunkens und gleichzeitigem Erhitzen der Capillare, besonders das Auftauchen zahlreicher neuer Hauptlinien, welche früher nicht oder kaum sichtbar waren, und mancher Doppellinien an Stelle von einfachen Linien, eine derartige, dass sie zu Lockyer's Theorie der Dissociation der Elemente passen würde, wenn man überhaupt die Zerlegbarkeit unserer Elemente in die Discussion ziehen will.

Anhang.

Beschreibung der lichtstarken Glasspectrographen zur Photographie der weniger brechbaren Strahlen.

Zur Untersuchung der ultravioletten Srahlen bedienten wir uns eines Quarzspectrographen, wie selber bereits früher beschrieben wurde. Bei derartigen Apparaten ist die Dispersion im weniger brechbaren Theile des Spectrums eine geringe und deshalb die erzielte Genauigkeit bei Bestimmung der Wellenlängen in diesen Bezirken eine mässige. Zur besseren Auflösung, namentlich im Blauviolett und am Beginne des Ultraviolett, benöthigten wir einen gut definierenden lichtstarken Spectrographen, weil gerade diese Bezirke häufig weniger genau studiert sind, als das stärker brechbare Ultraviolett, wie dies zum Beispiel bei Cadmium der Fall ist, wo zwischen den Beobachtungen Thalén's und den photographischen Untersuchungen im Ultraviolett von Hartley und Adeney sich eine merkliche Lücke bezüglich des Funkenspectrums findet. Wir hatten anfangs die Absicht, mit einem Spectrographen und einem Wernike'schen Prisma (Zimmtsäure-Äther) zu arbeiten, aber eine halbjährige Versuchsreihe zeigte die Unverlässlichkeit dieses Flüssigkeitsprismas zu spectroskopischen Zwecken, denn die fortwährenden Verschiebungen der Linien sind störend. Wenngleich dieser Fehler weniger stark als bei Schwefelkohlenstoffprismen auftritt, mit welchen Hasselberg, wenn auch nur durch einige Zeit arbeitete, so konnten wir uns dennoch nicht zur definitiven Anwendung solcher Prismen entschliessen. Deshalb griffen wir zu Glasprismen, deren Gläser von Dr. Steinheil in München mit Rücksicht auf unsere Untersuchungen «über Absorption verschiedener Glassorten im Ultraviolett»[2]) ausgewählt worden waren. Es war dies ein Compound-Prisma, das eine Ablenkung von $64^0\ 7'$ für F und eine Zerstreuung von $2^0\ 19'\ 30''$ von F bis G hatte. Fig. 28 zeigt die Anordnung des Steinheil'schen Prismas.

Fig. 28.



Steinheil's Compound-Prisma.

[1]) Vergl. Kayser: «Spectralanalyse», Berlin 1883, pag. 203.
[2]) Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch., 1894. — Vergl. auch pag. 98 dieser Abhandlungen.

Dasselbe besteht aus einem Flintglasprisma mit einem brechenden Winkel von $94^0\,32'\,20''$, welches zwischen zwei conträr stehenden Crownglasprismen eingeschlossen ist, deren Winkel $18^0\,30'$ betragen. Die beiden Crownglasprismen sind aus demselben Glase vom Brechungsexponenten $n_D = 1{\cdot}51159$ hergestellt, während der Brechungsexponent des Flint $n_D = 1{\cdot}65082$ ist. Dieses Prisma zeigte eine sehr gute Definition und wurde mittelst nicht achromatisierter einfacher Collimator- und Objectiv-Crownglaslinsen als Spectrograph construiert, welche Construction Herr Eugen v. Gothard in Herény (Ungarn) in vorzüglicher Weise ausführte.

Dieser Apparat erwies sich als sehr leistungsfähig und übertraf einen anderen Glasspectrographen mit drei Prismen (Flintglas) und einem aplanatischen Doppelobjectiv von circa 60 *cm* Focus, indem er sich nicht nur als lichtstärker, sondern auch weitaus freier an innerer Lichtreflexion erwies. Natürlich muss die Cassette, welche die Platte enthält, bei Verwendung der nicht achromatischen Objective gegen die Camera-Achse geneigt sein. Die Einstellung mit dem Compound-Prisma ist wesentlich einfacher, als mit mehreren einzelnen Prismen. Stellt man nämlich (nach V. Schumann's Vorgang) die brechbarste Linie des zu photographierenden Spectralbezirkes ins Minimum der Ablenkung ein, so erhält man bei sonst guter Adjustierung den ganzen Bezirk bis ins weniger brechbare Ende befriedigend scharf.

In unserem Falle stellten wir die Bleilinie $\lambda = 3683$ ins Minimum der Ablenkung ein. Diese Operation ist nur dann möglich, wenn man das Prisma präcise von Grad zu Grad drehen kann und andererseits die Cassetten gestatten, durch Verschiebung eine grössere Anzahl Aufnahmen übereinander auf dieselbe Platte zu machen. Ist dies der Fall, so kann man für jede beliebige Linie das Minimum der Ablenkung finden (s. Taf. IX, Fig. 5), indem sich der Punkt (Drehung des Prismas) sehr genau bestimmen lässt, wo die Spectrallinien sich dem Minimum der Ablenkung nähern und dann wieder davon entfernen.

Die Dispersion des Apparates geht aus den beigegebenen Photogrammen des Sonnenspectrums hervor (s. Taf. IX, Fig. 1 bis 4). Nr. 1 zeigt die Photographie auf einer gewöhnlichen Platte, Nr. 2 auf einer mit Acridingelb für Blaugrün bis Grün sensibilisierten Platte, auf welcher man das Spectrum scharf bis *e* photographieren kann, so dass sich ein geschlossenes Band ergibt[1]), was sehr erwünscht ist, weil es sich über jenen Bezirk erstreckt, bei welchem mit Eosin-, Erythrosin-, Cyanin-, Azalin-Platten Minimas der photographischen Wirkung auftreten.

Für die grünen und gelben Strahlen erwies sich Erythrosin (Tetrajodfluoresceïnkalium) am besten, welches bezüglich der Gesammtempfindlichkeit und relativen Grün- und Gelbempfindlichkeit der damit sensibilisierten Platten obenan steht[2]) und stets als Ersatz für gewöhnliche Platten empfohlen werden soll, wenn es sich um das Studium von lichtschwachen Spectren im sichtbaren Theile handelt. Rose bengal (Tetrajodtetrachlor-Fluoresceïnkalium) sensibilisiert erheblich weiter gegen Orange ($D\,^1/_3\,C$ bis $D\,^1/_2\,C$) (s. Tafel), drückt aber die Gesammtempfindlichkeit mehr als Erythrosin.

Der beste Sensibilisator für Orange bis *C* ist noch immer Cyanin, welches leider die Gesammtempfindlichkeit der Platten stark herabdrückt und bei welchem die Platte die Linien weniger scharf wiedergibt, als dies bei Verwendung von Erythrosinplatten der Fall ist.

Mittelst dieser Arbeitsmodalitäten gelingt es, die Wellenlängen im Blau, Violett und Ultraviolett bis auf 0·1 bis 0·2 Angström'sche Einheiten genau zu bestimmen[3]) und namentlich im Indigo und Violett ist die Auflösung eine so gute, dass sich fast alle Eisendoppellinien, welche Kayser und

---

[1]) Die sensibilisierende Wirkung des Acridingelb wurde zuerst von uns erkannt (s. Eder und Valenta: «Neue Sensibilisatoren für Bromsilbergelatine», Phot. Corresp., 1894, pag. 227).

[2]) Zuerst empfohlen von J. M. Eder. — Vorzügliche Trockenplatten dieser Art erzeugt die Firma Dr. Schleussner in Frankfurt a. Main.

[3]) Im Grün und Gelb dürfte die erreichbare Genauigkeit bei Anwendung des beschriebenen Glasspectrographen kaum 0·5 A. E. übersteigen.

Runge mittelst Gitter photographierten, deutlich als Doppellinien erkennen lassen, wobei dieselben so scharf sind, dass sie beim Ausmessen eine namhafte Vergrösserung vertragen.

Gute Kriterien für die auflösende Kraft eines Spectrographen sind zum Beispiel die Eisen-Doppellinien $\lambda = 4171 \cdot 9$ und $4171 \cdot 3$, $4188 \cdot 0$ und $4187 \cdot 2$, $4841 \cdot 2$ und $4840 \cdot 6$ u. s. w.; mittelst solcher Spectrographen ist es möglich, Bandenspectren, welche aus hunderten von feinen, dicht nebeneinander gelagerten Linien bestehen, in befriedigender Weise aufzulösen.

Dies zeigt die beigegebene Tabelle über das Quecksilber-Bandenspectrum, welches wir mit dem beschriebenen Glasspectrographen bis $\lambda = 3660$ photographierten. Für Strahlen von kürzerer Wellenlänge verwendeten wir stets den Quarzspectrographen.

Über die Spectren von Kupfer, Silber und Gold.

Von

J. M. Eder und **E. Valenta.**

(Vorgelegt in der Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 7. November 1895.)

Bei unseren spectralanalytischen Untersuchungen[1]) hatten wir verschiedene Elemente unter variablen Versuchsbedingungen betreffs ihrer Emissionsspectren untersucht und auf Grund sorgfältiger Wellenlängenmessungen auf principielle Verschiedenheiten verschiedener Spectren einer und derselben Substanz hingewiesen.

Die damals angestellten Vorversuche hatten gezeigt, dass bei den Elementen Kupfer, Silber und Gold sich neue Aufschlüsse über die variablen Spectren der Elemente ergeben, denn diese Elemente geben ausserordentlich linienreiche Funkenspectren, welche an Zahl und Schärfe der Linien die entsprechenden Bogenspectren weit übertreffen. Wir konnten unsere vor zwei Jahren begonnenen diesbezüglichen Untersuchungen damals aus dem Grunde nicht zu Ende führen, weil der uns zu Gebote stehende Spectrograph mit Quarzprisma in den weniger brechbaren Bezirken eine zu geringe Dispersion hatte und der Spectrograph mit Glascompoundprisma diese Lücke wohl im Blau und Violett bis zum Beginne des Ultraviolett ausfüllte, jedoch im sichtbaren Theile immer noch zu wenig leistete.

Es gelang uns inzwischen, zwei Rowland'sche Concavgitter zu erhalten, welche uns Herr John A. Brashear in Allegheny freundlichst einsandte, und zwar ausgezeichnete Concavgitter mit sehr kurzem Focus, welche bei grosser Lichtstärke eine vorzügliche Definition gaben. Wir wählten dasjenige derselben, welches sowohl das Spectrum erster als auch jenes der zweiten und dritten Ordnung mit grosser Helligkeit gab, um einen grösseren Spielraum in der Definition zu haben, obschon ein solches Gitter, welches die Spectren erster und zweiter Ordnung beinahe gleich hell gibt, schwerer zu handhaben ist als eines, welches das Spectrum erster Ordnung sehr hell, dagegen jenes zweiter und dritter Ordnung bedeutend lichtärmer wiedergibt.

Durch Anwendung des Gitterspectrographen, auf dessen thunlichst präcise Aufstellung die grösste Sorgfalt verwendet wurde, erhielten wir ein ausgezeichnetes Beobachtungsmittel, welches uns gestattete, im Vereine mit dem oberwähnten Prismenapparate die Genauigkeit der Resultate wesentlich zu steigern.

Bekanntlich ermöglichen Gitterspectrographen weit genauere Wellenlängenmessungen, als man sie am prismatischen Spectrum anstellen kann; unsere im Nachstehenden beschriebenen Messungen übertreffen demzufolge die früher gemachten merklich und wir erzielten durchschnittlich eine Genauigkeit von 0·05 bis 0·1 A. E. Die grössere Schärfe der Linien gestattet ein sehr genaues Messen, so dass die Verlässlichkeit

[1]) Eder und Valenta: Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch., mathem.-naturw. Classe, 1890 bis 1894.

der Endresultate sehr befriedigend im Vergleiche mit den Ergebnissen der viel lichtärmeren Gitter mit langem Focus ist.

Da unseres Wissens Concavgitter mit sehr kurzem Focus, wozu wir Brennweiten von unter $^3/_4$ *m* rechnen[1]), bisher zu ausgedehnten Untersuchungen wenig benützt wurden und es beim Arbeiten mit solchen Gittern auf eine sorgfältige Anordnung des Apparates wesentlich ankommt, viel mehr als bei Gittern mit langem Focus, so wollen wir unseren Arbeitsgang genauer beschreiben.

Zunächst wollen wir noch bemerken, dass bekanntlich die Spectren zu beiden Seiten des Gitters niemals vollkommen gleiche Helligkeit aufweisen, sondern dass sich stets eine Verschiedenheit der Helligkeit derselben, welche wiederum in den Spectren verschiedener Ordnung variiert, bemerkbar macht. Dazu kommt noch, dass je nach der Art der Furchung am Gitter das Spectrum zweiter Ordnung heller als jenes erster Ordnung sein kann. Noch complicierter wird die Sache durch den Umstand, dass nicht selten zum Beispiel das Spectrum erster Ordnung optisch heller als das der zweiten Ordnung erscheint, aber im photographisch wirksamen ultravioletten Theile sich das Verhältnis umkehrt; ja es kann vorkommen, dass das ultraviolette Spectrum dritter Ordnung heller ist als dasjenige erster Ordnung, trotzdem im optischen Theile das Helligkeitsverhältnis umgekehrt ist. Das von uns derzeit benützte Gitter zeigt zum Beispiel folgende Eigenschaften: Das Spectrum erster Ordnung ist sehr hell und sehr scharf vom Roth bis gegen die Fraunhofer'sche Linie *H* hinaus und zu Beginn des Ultraviolett bis circa $\lambda = 3900$.

Das Ultraviolett erster Ordnung von $\lambda = 3900$ bis circa 2500 ist bei unserem Gitter mittelmässig hell, von $\lambda < 2500$ aber sehr lichtschwach. Das Spectrum zweiter Ordnung ist im Roth, Gelb und Grün wesentlich lichtschwächer als das Spectrum erster Ordnung, welches in diesem Bezirke dreimal heller als jenes ist. Dagegen ist die Helligkeit des Spectrums zweiter Ordnung im Blau, Violett und Ultraviolett sehr gross, so dass diese Bezirke auf Bromsilbergelatineplatten kräftiger als das Spectrum erster Ordnung wirken, was namentlich vom stärker brechbaren Ultraviolett gilt, welches beim Spectrum zweiter Ordnung zwei- bis dreimal heller als bei jenem erster Ordnung wirkt. Von λ 2800 bis λ 1900 arbeiten wir mit dem Quarzspectrographen mit einem Prisma, welcher den Gitterspectrographen in diesem Bezirke an Helligkeit und auflösender Kraft (wenigstens bei jenen Gittern, welche wir untersuchen konnten) weit überlegen ist. Das Spectrum dritter Ordnung ist bei unserem Gitter sehr hell; im Ultraviolett von $\lambda > 2200$ ist es ungefähr gleich hell wie das Ultraviolett zweiter Ordnung, vielleicht sogar etwas heller, demzufolge ist das Spectrum zweiter Ordnung von sehr lichtstarken Linien dritter Ordnung durchsetzt, welche ausgeschieden und identificiert werden müssen und dann eine ausserordentlich scharfe Controle für die Messungen am Spectrum zweiter Ordnung abgeben.

Auch das Violett und Ultraviolett in der Umgebung der Fraunhofer'schen Linie *H* tritt so lichtstark im Spectrum dritter Ordnung auf, dass es sogar durch hellgelbes Glas durchdringt und nur mittelst dunkelgelber Gläser oder intensiver Pikrinsäureschichten abfiltriert werden kann. Auch das Spectrum vierter Ordnung ist bei dem von uns angewendeten Gitter noch deutlich nachweisbar, jedoch ist seine Helligkeit eine geringe.

Jedes Concavgitter zeigt aber andere Variationen in der Vertheilung der Helligkeit und Definition bezüglich der Spectren verschiedener Ordnung und es bleibt somit bei der Montierung des Gitterspectrographen nichts Anderes übrig, als mit dem provisorisch aufgestellten Apparate die Spectren verschiedener Ordnung einer Vorprüfung zu unterziehen, um die günstigste Seite des Gitters für die definitive Anordnung wählen zu können.

Bei der Montierung des Gitterspectrographen soll darauf geachtet werden, dass derselbe völlig lichtdicht gegen äusseres fremdes Licht geschützt ist, damit man im Arbeitsraume jede Art von Licht-

---

[1]) Das von Kayser und Runge benützte Gitter hatte einen Krümmungsradius von 6·5 *m*.

quelle frei aufstellen und benützen kann, ohne eine Verschleierung der photographischen Platten durch falsches Licht befürchten zu müssen. Der an der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Verwendung stehende Concavgitterapparat wurde von Eugen v. Gothard[1]) ausgeführt. Fig. 29 gibt uns die schematische Anordnung der einzelnen Theile des Apparates; Fig. 30 zeigt eine Ansicht des ganzen Apparates. Derselbe ist auf einem dreieckigen Tische (*T*), dessen Füsse mit Stellschrauben versehen sind, montiert. Am rechten Winkel des dreieckigen Tisches ist ein kleines Tischchen angebracht, welches mit dem eigentlichen Tischgestelle fest durch massive Träger verbunden ist. Dasselbe hat die Bestimmung, die Quarzcondensorlinse (*C*) und den Funkengeber (*f*) aufzunehmen, und es sind die beiden Metallplatten (*P*, *P'*), auf denen diese Hilfsvorrichtungen aufgestellt werden, so eingerichtet, dass man mittelst Zahnstange und Trieb, sowie eines Hock'schen Schlüssels vom Beobachtungsfernrohre aus im Stande ist, den Funkengeber seitlich zu verschieben, während zwei Metallschienen, auf denen die beiden Platten sich in der Richtung der Axe des Collimatorrohres (*r*) verschieben lassen, die Bewegung von Funkengeber und Condensor bezüglich scharfer Einstellung der Lichtlinie auf den Spalt

Fig. 29.

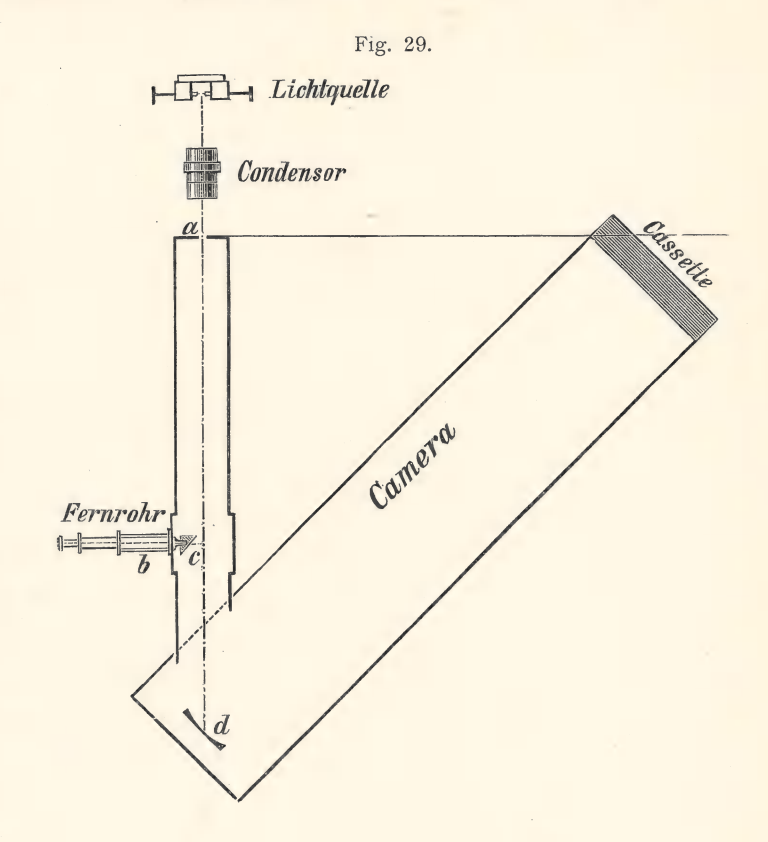
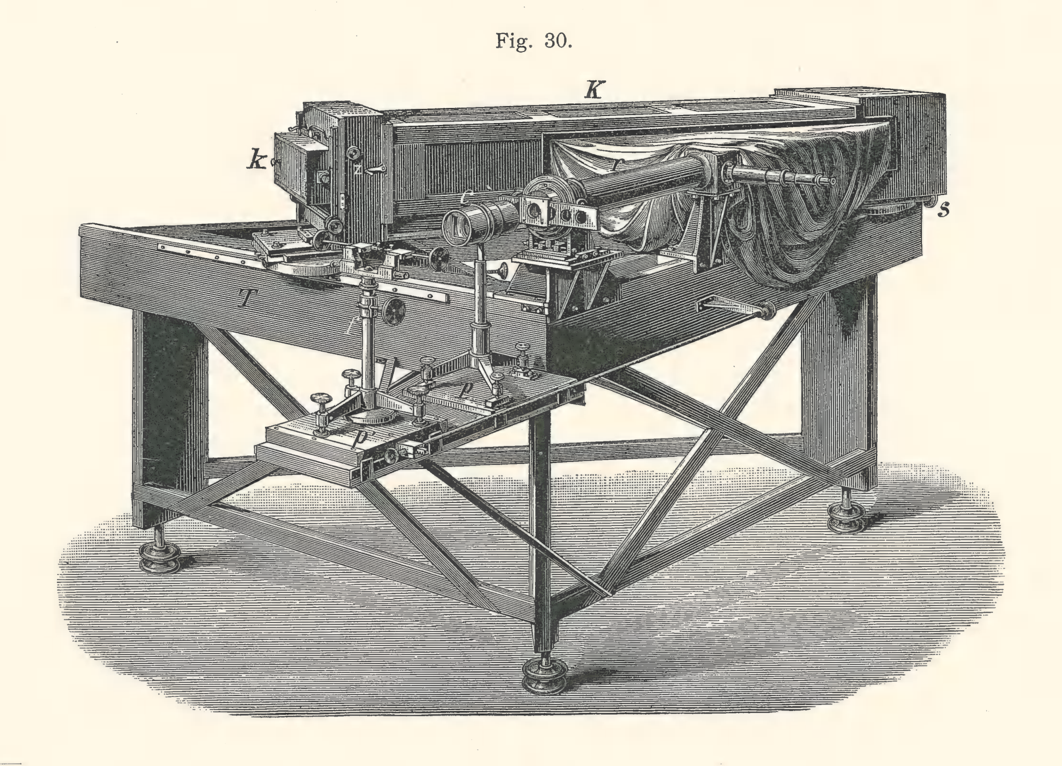


Fig. 30.



[1]) Astrophysikalisches Institut in Herény, Ungarn.

ermöglichen. Der Spalt am Collimatorrohre ist ein hochpolierter Stahlspalt, welcher durch eine plangeschliffene Quarzplatte vor Staub geschützt wird. Das Collimatorrohr ist fix an der einen Kathete des Tischgestelles montiert und mit einem seitlich angebrachten Einstellfernrohre (*d*, Fig. 29) versehen, welche Vorrichtung in der bereits früher bei Beschreibung des Quarzapparates[1]) geschilderten Weise eine bequeme Controle der Einstellung gestattet, so dass man sofort erkennen kann, ob das einfallende Lichtbüschel den Spiegel voll trifft. Das Collimatorrohr greift in eine schlitzförmige Öffnung der verstellbaren Camera so ein, dass die Axe desselben bei jeder Verstellung der Camera stets die Mitte des Gitters trifft.

Das in der Camera (Fig. 29) bei *d* befindliche Concavgitter ist ein Rowland'sches Gitter von 730 *mm* Brennweite. Es ist auf einem Tischchen derartig montiert, dass es mittelst feiner Schrauben sich nach verschiedenen Richtungen verstellen lässt, ohne dass es hiebei eine Pressung erleiden würde. Man kann es ferner von aussen mittelst einer Mikrometerschraube (*S*, Fig. 30) in der Richtung der Camera-Axe verschieben, was den Zweck hat, bei Verstellungen der Camera die Lage des Gitters richtig zu stellen. Die Camera (*K*) ist aus Mahagoniholz gefertigt und ruht auf beiden Katheten des Gestelles auf. Sie ist beiderseits auf Metallschienen beweglich und kann in jeder möglichen Stellung leicht fixiert werden. Die Cassette (*B*) befindet sich am anderen Ende der Camera. Der Abschluss dieses Endes der Camera gegen die Cassette besitzt einen Schlitz, hinter welchem sich eine mit einem schmäleren Schlitze versehene Metallplatte auf- und abwärts verschieben lässt. Die Gesammtbreite des fixen Spaltes beträgt 10 *mm*, jene des verschiebbaren Schlitzes 3 *mm*. Der verschiebbare Schlitz ist mittelst Zahnstange und Trieb verstellbar und ist die Einrichtung so getroffen, dass derselbe in drei Stellungen fixiert werden kann, welche zusammen der Breite des fixen Spaltes entsprechen. Da es wegen des grossen Astigmatismus des Concavgitters von kurzer Brennweite nicht günstig war, mit der Lockyer'schen Riegelvorrichtung am Spalte zu arbeiten, haben wir obige Vorrichtung angebracht, mit deren Hilfe es leicht gelingt, drei verschiedene Spectren coïncidierend übereinander zu photographieren, oder, was unter Umständen erwünscht sein dürfte, zwei Spectren so ineinander zu photographieren, dass nur ein Theil des Gesammtbildes die Linien beider Spectren enthält.

Die Bildfläche des Spectrums, welches mit Concavgittern von so kurzem Focus, wie das von uns benützte Gitter ihn zeigt, erhalten wird, ist sehr stark gekrümmt; bei Verwendung der sonst gebräuchlichen photographischen Cassetten würden daher nur sehr kleine Spectralbezirke scharfe Linien geben. Da wir nun für unsere Versuche Bromsilbergelatine-Platten von 30 *cm* Länge verwendeten, um grössere Spectralbezirke in Einem photographieren und messen zu können, so ergab sich die Unmöglichkeit, mit ebenen Platten zu arbeiten. Auf die Vortheile der Verwendung gekrümmter Platten hat bereits Rowland hingewiesen. Bei den bisher verwendeten Gittern von sehr langem Focus ist jedoch die Krümmung eine so kleine, dass man bei Verwendung mässiger Plattenformate mit ebenen Platten arbeiten, beziehungsweise die erforderliche Krümmung den Platten ohne Schwierigkeit ertheilen kann.

Bei Concavgittern von kurzer Brennweite, wie in unserem Falle, macht das Biegen der photographischen Platten die grössten Schwierigkeiten, da man selbst den dünnsten Plattensorten des Handels nicht einmal annähernd die richtige Krümmung ertheilen kann. Wir liessen deshalb Platten aus dünnstem, best gekühlten Solinglase eigens für diesen Zweck herstellen. Diese Platten zeigen ein Maximum von höchstens 1 *mm* Glasstärke, sie lassen sich in dem von uns benützten Formate von 30 $\times$ 8 *cm* wohl nicht ganz bis zur theoretisch richtigen Krümmung biegen, aber anstandslos bis zu einem Krümmungsradius von 1240 *mm*, was sich bezüglich der allgemeinen Schärfe der Linien als praktisch vollkommen genügend erwies. Solche Platten aus sehr dünnem, vorzüglich gekühltem Solinglase lieferte uns freundlichst Herr Dr. Schleussner aus seiner Trockenplattenfabrik in Frankfurt a. M. in bester Qualität.

---

[1]) Vergl. pag. 5 dieser Abhandlungen.

Die von uns verwendete Cassette stellt ein Kästchen vor, welches im Inneren zwei der Krümmung der Platten entsprechend geformte Metallschienen enthält. Die empfindliche Platte wird auf diese Schienen von zwei an den Seiten angebrachten Metallstücken, welche mittelst Schrauben von aussen zu fixieren sind, niedergedrückt. Beim Biegen der Platten ist Vorsicht und langsames Niederdrücken der Platten auf die gekrümmten Schienen sehr am Platze, indem sonst ein nicht unbeträchtlicher Procentsatz derselben bricht. Selbstverständlich nehmen die photographischen Platten wieder ihre ebene Lage ein, wenn die gewaltsam niedergebogenen Enden wieder freigelassen worden oder mit anderen Worten die Klemmung aufgehoben wird. Im Ausmessapparate liegen die Platten wieder ganz eben. Es können einerseits durch das nicht völlige Anpassen der Platten an die Krümmung des Bildfeldes, andererseits durch Änderungen in der Krümmung der Platten während der Exposition oder mangelhaftes Zurückgehen in die völlig ebene Fläche, bei der Ausmessung kleine Fehler in der Bestimmung der Wellenlänge sich einschleichen, weil dadurch die Vertheilung der Linien auf der photographischen Platte nicht vollständig proportional der Wellenlänge geworden ist. Diese kleinen Fehler, welche an und für sich nicht bedeutend sind, wurden von uns dadurch eliminiert, dass wir stets die Spectren völlig genau bekannter Elemente (Fe, Cd, Zn, Pb) mit genauer Einhaltung aller Vorsichtsmassregeln[1]) neben das zu untersuchende Spectrum photographierten, so dass die beiden Spectrumbilder scharf aneinander stiessen; dann bezogen wir unsere Messungen in kurzen Intervallen auf bekannte Leitlinien und machten so die erwähnten kleinen Abweichungen vollkommen unschädlich.

Ist der Spectrograph annähernd richtig angeordnet, so muss man zur Scharfeinstellung des Spectrums schreiten. Die vorläufige Einstellung geschieht am bequemsten auf optischem Wege mittelst einer Lupe, denn die übereinander gelagerten Spectren erster und zweiter Ordnung liegen in einer und derselben Bildfläche. Dann schritten wir zur schärferen Einstellung auf photographischem Wege unter Anwendung des Flaschenfunkens, welcher zwischen Elektroden aus einer Legierung von Zn, Cd und Pb überspringt, bei welcher Lichtquelle sich die zunehmende Schärfe der Linien bei Erreichung einer präciseren Einstellung leicht erkennen lässt. Die Feineinstellung nahmen wir stets mit Hilfe des Eisenspectrums vor, dessen feine Linien unter dem Mikroskope die präcise Einstellung erkennen lassen, während eine Änderung der Bilddistanz (Einstellung am Gitter) um $\pm$ 1 *mm* sofort eine auffallende Verminderung der Schärfe, eine grössere Verschiebung von 2 bis 3 *mm* aus dem richtigen Focus, sogar Verdoppelung mancher Linien zur Folge hat.

Bei richtiger Einstellung müssen sich dann im Spectrum zweiter Ordnung benachbarte Eisenlinien wie $\lambda \begin{Bmatrix} 3840\cdot 58 \\ 3841\cdot 19 \end{Bmatrix}$ oder $\lambda \begin{Bmatrix} 4250\cdot 93 \\ 4250\cdot 28 \end{Bmatrix}$ spielend und sehr deutlich als Doppellinien auflösen lassen.

Beim Arbeiten mit derartigen Gitterspectrographen ist die Anwendung eines Condensors unerlässlich. Bei Prismenapparaten können sehr schön definierte Spectren erhalten werden, wenn man, ohne einen Condensor zu verwenden, nur die Vorsicht beobachtet, die Lichtquelle 30 bis 40 *cm* vom Spalte entfernt aufzustellen; die Linien sind von vortrefflicher Schärfe und die Einstellung ist in diesem Falle weit einfacher als mit dem Condensor.

Anders ist es beim Gitterspectrographen; ohne Condensor würde man hier nur ein sehr schmales, kaum einige Millimeter breites Spectrum erhalten, das zu Messungszwecken ungeeignet ist. Am besten sind Quarzcondensoren mit gekreuzten Cylinderlinsen, wie wir selbe über Anrathen des Herrn Dr. V. Schumann seit Längerem mit bestem Erfolge benützten.

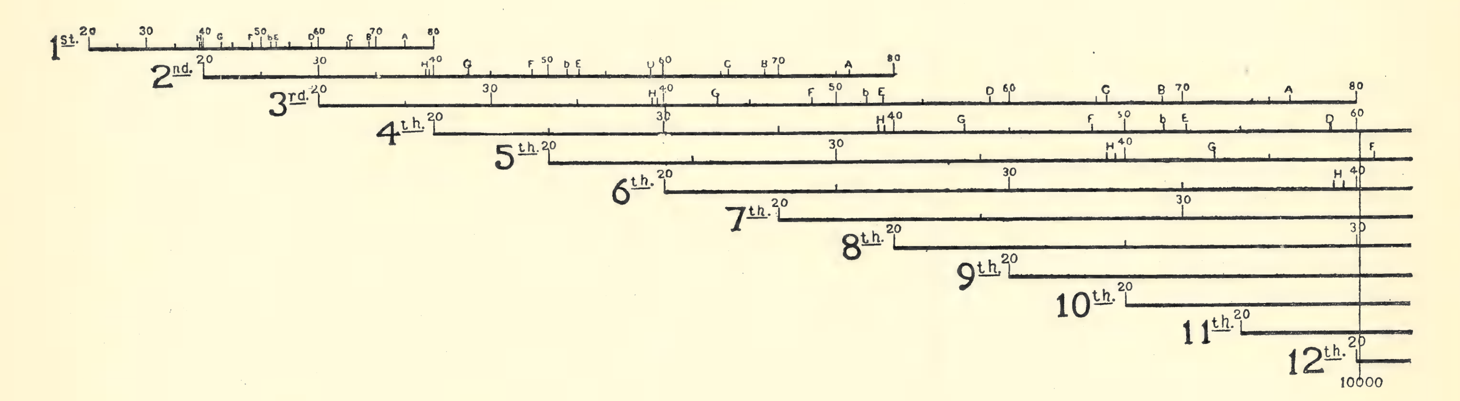
Um die Spectren verschiedener Ordnung zu trennen, sind Lichtfilter erforderlich, welche man vor dem Spalte des Collimatorrohres anbringt.

---

[1]) Dazu gehört Vorsicht gegen Erschütterung, kräftiges Festklemmen der Cassette, thunlichst genaue Einhaltung einer gleichmässigen Temperatur im Arbeitsraume u. s. w.

Aus Fig. 31, welche wir der Abhandlnng von Ames (The concave grating in Theory and Practice [1]) entnehmen, ist die Übereinanderlagerung der einzelnen Spectren zu ersehen. Das Spectrum erster Ordnung ist in der Figur in seiner relativen Länge gegenüber den Spectren zweiter, dritter Ordnung etc. gezeichnet und sind überdies die Wellenlängen von 2000 bis 8000 A. E., sowie die Fraunhofer'schen Linien des Sonnenspectrums eingetragen. Wie aus dieser Figur unmittelbar hervorgeht, kann man das Spectrum erster Ordnung im Ultraviolett bis *H* photographieren, ohne die Beimischung von Linien zweiter Ordnung befürchten zu müssen. Da wir auf die Photographie des ultravioletten Spectrums erster Ordnung bei der Beschaffenheit unseres Gitters wenig Wert legten, sondern nur auf das sichtbare Spectrum, so wählten wir eine Einstellung, bei welcher Roth von $\lambda = 7000$ bis Ultraviolett erster Ordnung 3800 auf einer Bromsilbergelatine-Platte von 30 *cm* Länge beobachtet werden konnte. Da hierbei das Ultraviolett zweiter Ordnung übergreift, so wurden folgende Glasfilter angewendet: Für eine Erythrosinplatte [2]), welche bis über die Fraunhofer'sche Linie *D* im Orange (bei ca. 6000) empfindlich ist, genügt die Vorschaltung eines gewöhnlichen weissen Glases, welches das ultraviolette Licht zweiter Ordnung bis λ 3000 absorbiert, so dass die Spectren zweiter Ordnung von $\lambda > 3000$ und dasjenige erster Ordnung von $\lambda < 6000$ fast aneinander stossen; tritt bei besonders hellen Spectren ein Übergreifen

Fig. 31.



dieser Grenzzonen ein, so muss ein Lichtfilter aus ordinärem, grünlichen Fensterglase angewendet werden, welches bis λ 3200 absorbiert. Sobald man aber rothempfindliche Cyaninplatten anwendet, so greift in das rothe Spectrum erster Ordnung das Ultraviolett zweiter Ordnung bis λ 3500 über und man muss mit gelben Kohleglasfiltern oder besser mit Filtern aus mit Pikrinsäure gelbgefärbten Gelatineschichten [3]), welche zwischen planen Gläsern eingekittet sind, arbeiten, welche die Strahlen von $\lambda < 3500$ abfiltrieren. Sobald das sichtbare Spectrum erster Ordnung auf diese Weise photographiert ist, stellen wir den Apparat auf das Spectrum zweiter Ordnung derartig ein, dass Strahlen von $\lambda = 4840$ bis $\lambda = 3280$ auf die Bromsilbergelatine-Platte von 30 *cm* Länge fallen; in dieser Stellung wird ein Theil

---

[1]) John Hopkins' University Circulars, Nr. 273, 1889.

[2]) Wir benützen stets Erythrosinplatten, welche Dr. Schleussner in Frankfurt a. M. unter dem Namen «orthochromatische Platten» in den Handel bringt. — Zur Photographie des Orangeroth leisten Cyaninplatten gute Dienste, obschon sie wesentlich weniger empfindlich als die vorigen sind.

[3]) Sehr brauchbare Pikrinsäure-Lichtfilter erhält man auf folgende Weise: Man fixiert eine mittelst dünnstem Spiegelglas (oder auch Solinglas) hergestellte photographische Bromsilbergelatine-Platte mit Hilfe von Fixiernatron vollkommen aus, wäscht bestens im fliessenden Wasser und legt sie dann in eine wässerige Lösung von Pikrinsäure, welche bei längerer Wirkungsdauer die Gelatineschicht intensiv färbt; nach dem Waschen und Trocknen erhält man tadellos blanke, intensiv gelbe Platten. Die richtige Intensität der Gelbfärbung ist spectroskopisch zu ermitteln. Unsere Gelatine-Pikrinsäurefilter absorbieren das Blau von $\lambda = 4700$ schon sehr stark, sind aber für Strahlen von $\lambda > 4800$ schon ziemlich gut, für Strahlen von $\lambda > 4820$ aber sehr gut durchlässig. Mit Erythrosinplatten kann man mit Hilfe solcher Filter den Bezirk von $\lambda = 4800$ bis beiläufig 6340 auf einer Platte photographieren, ohne von Spectren höherer Ordnung gestört zu werden.

des sichtbaren Spectrums, nämlich Cyanblau bis Violett, photographiert und dadurch die Resultate des Spectrums erster Ordnung controliert und die Wellenlänge bis ins Ultraviolett festgestellt; als Lichtfilter dient farbloses Fensterglas, welches das Ultraviolett dritter Ordnung abschneidet; nur wenn Spectren in Betracht kommen, welche in der Gegend $\lambda = 3000$ bis $\lambda = 3200$ sehr lichtstark sind [1]), so lagern sich diese Strahlen dritter Ordnung in das Blauviolett zweiter Ordnung und verwirren das Spectrum. In diesem Falle muss man ordinäres, grünliches Fensterglas als Filter verwenden, welches das äusserste Ultraviolett bis zu $\lambda = 3200$ absorbiert. Eine kleine Verschiebung des Apparates gestattet die Aufnahme des Spectrums zweiter Ordnung im äusseren Ultraviolett bis $\lambda = 2400$, in welcher Gegend jedoch das blaugrüne Spectrum erster Ordnung übergreift und nur dadurch eliminiert werden kann, dass man neben einander das Spectrum durch Quarzplattenverschluss, das zweite Mal nur durch weisses Glas aufnimmt.

Die beiden Aufnahmen gemeinsamen Linien in dem Bezirke (zweiter Ordnung) $\lambda = 2400$ bis 2500 gehören dem Blau und Grün erster Ordnung an; jene, welche bei Verwendung von Glasfiltern verschwinden und nur durch Quarz erscheinen, sind ultraviolette Linien zweiter Ordnung. Ferner greift am entgegengesetzten Ende des Spectrums das ultraviolette Spectrum dritter Ordnung ($\lambda < 2600$) in das ultraviolette Spectrum zweiter Ordnung von ca. $\lambda < 3900$ über; es ergibt sich, dass durch den weissen Glasfilter das Spectrum dritter Ordnung complet abfiltriert wird, somit sind die Linien, welche nebeneinander liegenden Aufnahmen an der letztgenannten Seite der Platte mit und ohne Glasfilter gemeinsam sind, ultraviolette zweiter Ordnung und jene, welche durch Glas abfiltriert werden, ultraviolette Linien dritter Ordnung. Die Verwendung von grünlichem Glase ist in diesem Falle überflüssig. Das Orangegelb, Gelb, Grün und Hellblau zweiter Ordnung photographieren wir mittelst Erythrosinplatten und vorgeschaltetem Pikrinsäure-Lichtfilter, wobei wir ungefähr die fünffache Belichtungszeit im Vergleiche mit der für den violetten und ultravioletten Bezirk erforderlichen in Anwendung brachten. Um mittelst Cyaninplatten das Orangeroth zweiter Ordnung zu photographieren, muss man orangegelbe Lichtfilter benützen; wir erzielten mit β-Naphtolorange [2]) sehr gute Resultate. Auf diese Weise führten wir unsere Arbeiten mittelst des Gitterspectrographen durch.

Um nun einen Anhaltspunkt über die Lichtstärke unseres Gitterspectrographen zu geben, erwähnen wir, dass wir im starken Flaschenfunken Metallspectren, wie Cadmium, Zink, Blei, mit Belichtungszeiten von 2 bis 5 Secunden, das Eisenspectrum mit einer Belichtungszeit von ca. $^1/_2$ Minute erhielten, während wir das Spectrum von Stickstoff-Vacuumröhren binnen 5 bis 10 Minuten vom Blau bis weit in das Ultraviolett photographierten, wobei wir einen Quarzcondensor bei einer Spaltöffnung von 0·04 *mm* verwendeten.

Eine Fehlerquelle beim Arbeiten mit dem Gitterspectrographen soll hier noch erwähnt werden; es sind dies die sogenannten «Geister» oder «Gespenster», welche bald als ziemlich scharfe Linien in fast gleichmässigen Abständen (wie bei unserem Gitter [3]), bald (je nach dem Gitter) als einseitige Verbreiterung etc. von sehr intensiven Linien auftauchen und verschiedene Ursachen haben [4]); wir beobachteten sie bei unserem Apparate hauptsächlich im Spectrum zweiter und dritter Ordnung. Bei kurzen Belichtungen bleiben sie aus; ihre stets gleichbleibende Form als Nachbarn starker Linien macht sich kenntlich; trotzdem können durch das Auftreten derselben Irrthümer entstehen, obwohl sie nicht bei allen Gittern gleich

---

[1]) Dies gilt zum Beispiel für das Linienspectrum des Kupfers.

[2]) Eine Gelatineplatte wurde in der bei Pikrinsäure angegebenen Weise intensiv mit einer wässerigen Lösung von β-Naphtolorange gefärbt und getrocknet. Nach dem Verkitten mit einer Pikrinsäureplatte gibt sie sehr sichere Lichtfilter für den obgenannten Zweck.

[3]) Unser Gitter liefert symmetrisch zu beiden Seiten von sehr intensiven Linien je zwei ziemlich scharfe Linien, welche sogenannte «Gespenster» sind.

[4]) S. Kayser in Winkelmann's «Handbuch der Physik», II. Bd., 1. Abth., 1894 (Optik), pag. 405. — Ferner J. Landauer: «Die Spectralanalyse», 1896.

stark auftreten. Wir suchten uns durch vergleichende Aufnahmen mit unserem Prismenspectrographen, welcher diese Art von Fehler bei correcter Einstellung nicht zeigt, zu schützen[1]).

Ausser des Gitterspectrographen bedienten wir uns für das äusserste Ultraviolett, wie bereits erwähnt, des Quarzspectrographen (ein Quarzprisma, Quarzlinse von $^3/_4$ *m* Focus), welcher in diesen Bezirken vorzügliche Dienste leistet und (wenigstens bei den von uns untersuchten Concavgittern) namentlich von $\lambda = 2600$ ab an Helligkeit und scharfer Definition den Gitterspectren überlegen ist.

Wir geben trotzdem die Wellenlängen der mit dem Quarzspectrographen ermittelten Linien nur auf 0·1 A. E. an, weil diese Linien folgende Eigenschaften zeigen: Stellt man auf die mittlere Schärfe bei einer Länge des Spectrums von 20 bis 25 *cm* ein, so kann man eine vorzügliche Mittelschärfe erzielen; jedoch macht sich das Bestreben der sehr hellen, beziehungsweise reichlich belichteten Linien, sich einseitig zu verbreitern, geltend. Diese Erscheinung tritt naturgemäss umso stärker auf, je mehr sich der betreffende Spectralbezirk vom Minimum der Ablenkung entfernt. Es gelingt allerdings bei sorgfältiger empirischer Einstellung, den hier in Betracht kommenden Bezirk $\lambda = 2800$ bis 1900 mit vortrefflicher Schärfe der Linien zu erhalten; allein wir hielten es trotzdem für zwecklos, die Wellenlängen für mehr als 0·1 A. E. anzugeben, sondern rechneten dieselben auf zwei Stellen, setzten aber nur eine Stelle (mit Correctur) in die Tabelle ein. Die mit zwei Decimalstellen angegebenen Wellenlängen sind mittelst des Gitterspectrographen ermittelt.

Spectrum des Kupfers.

Obwohl das Spectrum des Kupfers im elektrischen Flaschenbogen, im Flaschenfunken zwischen Elektroden von metallischem Kupfer, sowie von Kupferlösungen und in der Bunsen'schen Leuchtgasflamme wiederholt beschrieben wurde, ist es doch gegenwärtig nicht möglich, sich ein klares Bild über die Schwankungen des Kupferspectrums bei verschiedenen Temperaturen zu machen. Kayser und Runge haben das Bogenspectrum des Kupfers untersucht[2]), indem sie den elektrischen Flammenbogen zwischen Kupferelektroden von 1 bis 2 cm^2 Querschnitt erzeugten; sie gaben eine sehr erschöpfende und genaue Tabelle der Kupferlinien (304 an der Zahl), von denen sie viele neue fanden und bestimmten. Die Kupferlinien fanden Kayser und Runge im Bogenspectrum fast sämmtlich meistens nach beiden Seiten hin unscharf. Während somit das Bogenspectrum des Kupfers wohl bekannt ist, erscheint die Kenntnis des Funkenspectrums des Kupfers trotz der Untersuchungen von Kirchhoff[3]), Thalén[4]), Lecoq de Boisbaudran[5]), Trowbridge und Sabine[6]) dennoch sehr unvollkommen. Die drei Erstgenannten untersuchten nämlich nur das sichtbare Spectrum und die diesbezüglichen Angaben weisen nicht nur grosse Lücken, sondern auch Ungenauigkeit im blauen und violetten Theile auf, den diese Autoren nur bis $\lambda = 4275$ untersuchten, während die beiden letztgenannten Autoren nur das äusserste Ultraviolett berücksichtigten. Thalén's Untersuchungen im optisch hellen Theile sind auf sehr guten Beobachtungen basiert; er übersah keine Hauptlinie des Kupferfunkenspectrums und constatierte die Anwesenheit einiger Linien desselben, welche Kayser und Runge im Bogenspectrum nicht fanden, offenbar weil diese Linien erst bei der höheren Temperatur des Flaschenfunkens auftauchen.

Natürlich gibt Thalén nur die hellsten Hauptlinien im sichtbaren Spectrum an, da er sich ja damals der photographischen Beobachtungsmethode nicht bedienen konnte. Die Nebenlinien des Kupfers gab

---

[1]) Eine sichere Methode zur Eliminierung der «Gespenster» aus den Spectralphotographien besteht darin, dass man sich absichtlich durch Aufnahme sehr heller, einzeln stehender Spectrallinien «Gespensterphotographien» erzeugt, diese dann unter die fragliche Platte legt und unschwer diese unwillkommenen Begleiter eliminiert.

[2]) Kayser und Runge: «Spectren der Elemente», 5. Abschn., Abhandl. d. königl. preuss. Akad. d. Wissensch., Berlin 1892.

[3]) [4]) Die diesbezüglichen Wellenlängen s. Watt's: «Index of Spectra».

[5]) Lecoq de Boisbeaudran, «Spectres lumineux», 1874.

[6]) Proceedings of the American Academy, 1888. Phil. Mag. (5.) XXVII, pag. 342.

Thalén selbst für die von ihm untersuchten Bezirke nicht an, wahrscheinlich deshalb, weil sie vom Luftspectrum stark überwuchert werden; er liess nämlich den Flaschenfunken zwischen Kupferelektroden an der Luft überspringen. Es ist eine Eigenthümlichkeit der Funkenspectren von Kupfer, sowie auch von Silber und Gold, dass die Nebenlinien nur sehr schwach auftreten, die Luftlinien dagegen sehr stark, wenn der Flaschenfunke an der Luft zwischen Kupfer-, respective Silber- oder Goldelektroden überschlägt. Umgibt man die Elektroden dagegen mit einer Wasserstoffatmosphäre, wie wir dies bei unseren Versuchen thaten, so fällt diese Schwierigkeit weg. Hartley und Adeney untersuchten das Funkenspectrum des Kupfers von $\lambda = 3599$ bis $\lambda = 2104$. Der Anschluss an Thalén's Beobachtungen ist somit nicht gegeben, sondern es bleibt eine Lücke von $\lambda = 4275$ bis $\lambda = 3599$.

Die stärker brechbaren Strahlen haben Hartley und Adeney ziemlich vollständig, jedoch nicht erschöpfend bestimmt; allerdings sind die von ihnen angegebenen Werte für die Wellenlängen so ungenau, dass es nicht möglich ist, diese Zahlen mit jenen von Kayser und Runge zu vergleichen; es war aus diesem Grunde unmöglich, durch Vergleichung dieser Zahlen festzustellen, ob die Bogen-, beziehungsweise Funkenspectren unter sich identisch sind oder nicht, respective inwieweit sie von einander verschieden sind. Die Unsicherheit bezüglich der Kenntnisse des Kupferspectrums war so gross, dass es Kayser und Runge nicht gelang, die Beobachtungsresultate ihrer Vorgänger am Kupferfunkenspectrum mit jenen am Kupferbogenspectrum in Einklang zu bringen. Sie schreiben: «im sichtbaren Theile haben wir drei Linien, welche Thalén führt, nicht gefunden: 4955, 4932, 4911; sie sind also entweder dem Funkenspectrum eigenthümlich oder keine Kupferlinien». Im ultravioletten Theile von $\lambda = 2720$ ab fanden Kayser und Runge die Unterschiede zwischen ihren Beobachtungen und jenen von Hartley und Adeney so bedeutend, «dass man nicht weiss, wie man sie einander zuordnen soll».

Trowbridge und Sabine lieferten viel genauere Bestimmungen der Wellenlängen des Kupferfunkenspectrums als Hartley und Adeney[1]), indem sie ein Concavgitter benützten. Leider zogen diese Spectralanalytiker nur einen sehr kleinen Theil des brechbarsten Ultraviolett in den Kreis ihrer Untersuchungen[2]). Trotz der Genauigkeit der Bestimmungen von Trowbridge und Sabine einerseits am Funkenspectrum und von Kayser und Runge andererseits am Bogenspectrum des Kupfers ist selbst bei dem schmalen, von den genannten Forschern gemeinsam gemessenen Bezirke die Zutheilung der correspondierenden Linien mehrmals irrthümlich erfolgt, weil zur Zeit die ziemlich bedeutende Verschiedenheit beider Arten von Spectren nicht bekannt war und dies erst durch unsere Messungen nachgewiesen wurde. Es war deshalb eine gründliche Untersuchung des Kupferfunkenspectrums geboten, wenn man ein richtiges Bild über die Schwankungen der Spectren dieses Metalles bei verschiedenen Temperaturen erhalten will; zugleich war die genaue Kenntnis des Kupferfunkenspectrums uns aus dem Grunde erwünscht, weil dasselbe ein vortreffliches Leit- und Vergleichsspectrum für das äusserste Ultraviolett abgibt.

---

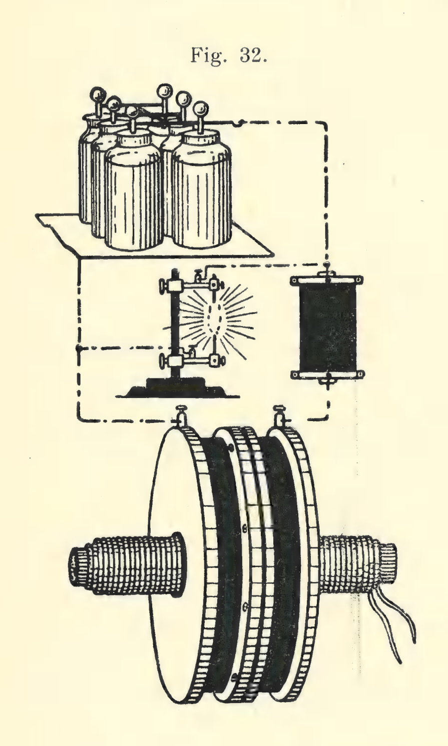
[1]) Hartley und Adeney geben einige ultraviolette Kupferlinien als Doppellinien an, welche weder von uns, noch von Trowbridge und Sabine oder von Kayser und Runge als doppelt beobachtet wurden; wir halten somit diese Doppellinien, welche in unserer Tabelle der Kupferlinien genauer präcisiert sind, für zweifelhaft.

[2]) Erst lange, nachdem unsere Untersuchungen über die Funkenspectren des Kupfers, Silbers und Goldes abgeschlossen waren und wir die vorliegende Abhandlung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 7. November 1895 überreicht hatten, erhielten wir Kenntnis von der Arbeit der Herren Professor Dr. F. Exner und E. Haschek, welche ihre Abhandlung «Über die ultravioletten Funkenspectren der Elemente» am 11. Juli d. J. der Akademie überreicht hatten und die uns durch die Freundlichkeit der Herren Verfasser am 1. December d. J. als Separatabdruck zukam. In der citierten Abhandlung behandeln die Herren Verfasser unter anderen Elementen auch Kupfer und Silber. Diese Arbeit deckt sich mit den von uns durchgeführten und hier veröffentlichten Untersuchungen insoferne, als unsere Arbeit ebenfalls die obgenannten zwei Elemente zum Gegenstande hat; dagegen umfassen unsere Untersuchungen überdies noch Gold, welches von den genannten Forschern nicht untersucht wurde, ferner einen weitaus grösseren Spectralbezirk und sind unsere Tabellen gewiss frei von Luft- und Oxydlinien, indem wir unsere Versuche sowohl an der Luft, als auch in einer reinen Wasserstoff-Atmosphäre durchführten und dadurch in die Lage gesetzt wurden, sowohl Luftlinien, als auch Kupferoxydlinien zu eliminieren. Wir bedienten uns zu unseren Messungen des Mikroskopes, welche Methode wir für genauer als die Projectionsmethode halten, sowie auch unser Gitter bessere Definition der Spectren gegeben zu haben scheint.

Für unsere Untersuchungen über das Funkenspectrum des Kupfers trachteten wir zunächst chemisch reines Metall zu erhalten. Zu diesem Behufe wurde käufliches, reinstes, auf elektrolytischem Wege hergestelltes Kupfer zur Darstellung von absolut reinem Kupfervitriol benützt und mehrmals das Kupfer aus dessen Lösung elektrolytisch ausgefällt, bei welchen Arbeiten uns Herr Professor Dr. J. Oser von der k. k. Technischen Hochschule in Wien und Freiherr v. Hübl vom k. k. militär-geographischen Institute ebendaselbst in freundlichster Weise unterstützten.

Bei unseren Untersuchungen verwendeten wir starke Flaschenfunken, indem wir ein grosses Ruhmkorff'sches Inductorium mit kräftigen Condensatoren in Verbindung brachten und mit einem Gleichstrome von 8 Ampère und 110 Volt speisten, so dass ein enorm heller, sehr kräftiger Funke zwischen den Kupferelektroden entstand. Die Elektroden dürfen in diesem Falle nicht zu dünn sein, da sie sonst glühend werden, dann schlechter leiten und einen unregelmässigen Funken liefern, was übrigens beim Kupfer nicht so störend wie beim Silber auftritt. Bemerkenswert erscheint es uns, dass beim Quarzspectrographen bei Anwendung sehr starker Flaschenfunken die Kupferlinien sich verbreitern und wollig werden, während dies beim Gitterspectrum nicht der Fall ist. Lässt man den Funken zwischen Kupferelektroden an der Luft überschlagen, so treten, wie bereits erwähnt wurde, die Luftlinien in sehr störender Weise auf und machen bei ihrer grossen Anzahl und Helligkeit die Erkennung schwacher Kupferlinien unsicher. Deshalb liessen wir den Funken in einer Atmosphäre von Wasserstoff überschlagen, indem die Elektroden in einem mit Quarzfenstern versehenen, geräumigen Glasballon angebracht wurden, durch welchen während der unter Umständen mehrstündigen Belichtungszeit reines, über Schwefelsäure und Phosphorpentoxyd getrocknetes Wasserstoffgas langsam geleitet wurde[1]). Die Farbe des Kupferfunkens in der Wasserstoffatmosphäre ist eine andere als jene des Funkens an der Luft und die Elektroden belegten sich nach sechsstündigem Durchschlagen des Funkens mit einem schwarzen, pulverartigen Beschlage, welcher auch allmählich sich an den Wandungen des Ballons absetzte, ohne jedoch (bei unserer Versuchsanordnung) das Quarzfenster des Ballons zu verlegen, welches in einem rohrförmigen Ansatzstücke am Ballon angebracht war.

Fig. 32.



Da das Kupferspectrum viel lichtärmer als das Spectrum von Cadmium, Zink, Blei etc. ist, so muss man stundenlang unter Anwendung der kräftigsten Flaschenfunken belichten, um alle schwachen Linien unserer Tabelle zu erhalten. Sehr kräftige lichtstarke Funken erhält man auch unter Verwendung von Wechselströmen, und wir bedienten uns bei einer zweiten Versuchsreihe dieses Stromes und zwar eines Wechselstromes von 25 Ampère und 70 Volt, welcher mit Hilfe einer Wood'schen Inductionsrolle[2]) für Wechselströme auf hohe Spannung transformiert und durch Einschaltung von sechs grossen Plattencondensatoren für unsere Zwecke brauchbar gemacht wurde. Die erwähnte einfache Inductionsrolle, welche nach den Angaben des Herrn Hofrathes Professor Dr. von Lang von einer Wiener Firma für unsere Zwecke gebaut wurde, gibt bei Einschaltung der entsprechenden Anzahl Leydener-Flaschen oder Plattencondensatoren, wie dies Fig. 32 zeigt, sehr kräftige und lichtstarke Funkenbüschel, jedoch erhitzen sich

[1]) Zur Beseitigung von Arsen- oder Schwefelwasserstoff schalteten wir eine Waschflasche mit Silbersulfat ein.

[2]) Diese Inductionsrolle besteht aus einem cylindrischen weichen Eisenkerne von 15″ Länge und 2″ Durchmesser. Derselbe ist aus sogenannten «Kerndrähten» gefertigt. Um dieses Drahtbündel sind isoliert zwei Lagen doppelt übersponnener Magnetdraht Nr. 6 gewunden, welcher als primäre Rolle functioniert. Die secundäre Rolle ist in ihrer Form ganz verschieden von derjenigen,

selbst mehrere Millimeter dicke Elektroden in kürzester Zeit so stark, dass sie weissglühend werden und abschmelzen. Diesem Übelstande haben wir dadurch abgeholfen, dass wir während der Functionierung des Apparates einen kräftigen Strom kalter Luft über die Elektroden streichen liessen, wodurch dieselben so weit abgekühlt werden, dass sie höchstens schwachroth glühen; auch wird der Funke (zufolge des raschen Zerreissens desselben durch den Luftstrom) bedeutend heller. Man muss jedoch die Vorsicht gebrauchen, den Luftstrom früher eine mit Baumwolle gefüllte Woulf'sche Flasche passieren zu lassen, wodurch fremde Staubpartikelchen zurückgehalten werden.

Zunächst interessierte uns der Charakter dieser Art Spectren, von denen wir nicht wussten, ob sie mehr zum Bogenspectrum oder zum gewöhnlichen Funkenspectrum hinneigen. Bei Verwendung von Cadmiummetall-Elektroden konnten wir uns aber sofort überzeugen, dass der Wechselstrom mit genanntem Inductionsapparate ein ziemlich reines Funkenspectrum liefert. Das Verhalten des Cadmiums[1]) ist derart charakteristisch, dass man zum Beispiel durch Beobachtung des Auftretens der Cadmiumlinien $\lambda = 4415$ und $\lambda = 4313$ u. a. (s. unsere Tabelle des Cadmiumspectrums) sofort die Kriterien vor sich hat, ob das betreffende Spectrum zum Charakter des Funken- oder Bogenspectrums neigt.

Auch im ultravioletten Funkenspectrum des Kupfers finden sich Hauptlinien, welche im Bogen fehlen. Dieselben sind derartig charakteristisch für das Funkenspectrum, dass man aus dem Auftreten dieser Linien auf den Charakter des Spectrums schliessen kann, zum Beispiel:

Gruppe: $\lambda = 2713 \cdot 82$, $2703 \cdot 48$, $2701 \cdot 34$, $2689 \cdot 66$ ($i = 8$ bis 10) und

Gruppe: $\lambda = 2609 \cdot 43$, $2600 \cdot 51$, $2599 \cdot 15$, welche nur im Funkenspectrum vorkommt, während die benachbarte Linie $\lambda = 2618 \cdot 46$ beiden Spectren gemeinsam ist; ferner $\lambda = 2545 \cdot 08$ (10), $2529 \cdot 60$, $2506 \cdot 50$, $2489 \cdot 75$, $2473 \cdot 6$ und verschiedene noch stärker brechbare Linien, welche nur im Funken vorkommen (s. unsere Tabellen).

Es zeigte sich nun durch Übereinanderphotographieren des mittelst Gleichstromes erhaltenen Spectrums einerseits und des Spectrums, welches mit Hilfe von Wechselstrom und Transformator erhalten wurde, dass beide wohl nicht identisch, aber sehr ähnlich sind[2]) (dasselbe beobachteten wir bei Silberelektroden).

Bei Anwendung des Wechselstromes mit Hilfe der beschriebenen Wood'schen Inductionsrolle konnten wir aber nur an der atmosphärischen Luft arbeiten. Das dabei auftretende Luftspectrum zeigte eine andere Helligkeit als beim Ruhmkorff'schen Inductorium, indem sie beim starken Flaschenfunken des letzteren stärker war als bei jenem. Die beim oberflächlichen Beobachten der Kupferspectren beider Arten an der Luft bemerkbaren Verschiedenheiten sind grossentheils auf Rechnung des mit anderer Intensität auftretenden Luftspectrums zu setzen. Übrigens werden die Luftlinien von $\lambda < 3000$ sehr schwach, sie treten zurück und das stark brechbare ultraviolette Metallspectrum tritt klar hervor. Wir reducierten unsere Angaben der Wellenlängen auf Rowland's Normalspectren, welche auch Kayser

---

welche die Verfertiger von Inductionsrollen in der Regel adoptieren. Sie erstreckt sich nicht über die ganze Länge der primären Spule, sondern ist in deren Mitte angebracht, um die Wirkung der Enden der primären Rolle nicht zu beeinträchtigen. Sie ist auf einer Doppelspule von 14″ Durchmesser und 6″ Weite aufgewunden. Diese Doppelspule wird mit baumwollübersponnenem Magnetdraht Nr. 30 ($0 \cdot 26$ *mm* Durchmesser) überwunden, die einzelnen Windungen und Lagen sind durch Paraffin isoliert. Die Rolle wird mit einer Anzahl grosser Leydenerflaschen in der Weise, wie dies in Fig. 32 ersichtlich ist, in Verbindung gebracht und es kann die Wirkung noch dadurch erhöht werden, wenn man, wie es die Figur zeigt, noch eine Rolle von hohem Widerstand in den Stromkreis einschaltet, wie zum Beispiel die secundäre Rolle eines mittelgrossen Ruhmkorff'schen Inductoriums («Praktische Physik», Monatsschrift von M. Krieg, 1893, pag. 80).

[1]) Vergl. pag. 109 dieser Abhandlungen.

[2]) Ganz identisch sind die mittelst Ruhmkorff'schen Inductoriums oder einer Wood'schen Inductionsrolle erzeugten Spectren nicht. Ersteres gibt in der Regel schärfere Linien; doch ist in einzelnen Fällen das Gegentheil der Fall. Die Umkehrungsphänomene treten leichter bei der Wood'schen Spule auf und die einseitigen Verbreiterungserscheinungen vieler Kupferlinien kann man in letzterem Falle häufig in vollkommener Analogie mit dem Bogenspectrum beobachten, während die mit dem Ruhmkorff'schen Inductorium erhaltenen entsprechenden Linien häufig scharf sind und nur ein kleiner Theil diese ausgesprochen einseitige Verbreiterung aufweist.

und Runge ihren Untersuchungen zu Grunde legten; es sind somit unsere Zahlen und die Kayser und Runge'schen Zahlen direct vergleichbar, während dies bei den Zahlen von Thalén und von Hartley und Adeney nicht der Fall ist.

Die Messungen von Kayser und Runge stimmen so vollständig mit unseren Messungen am Gitterspectrum überein, dass wir ohne Bedenken die Wellenlängen Kayser und Runge's als äusserst präcise und vollkommen genau annehmen können.

Allerdings haben diese Zahlen nur für das Bogenspectrum des Kupfers Giltigkeit und nicht für das Funkenspectrum; man muss dies wohl beachten, denn besonders im äussersten Ultraviolett sind die Verschiedenheiten der Kupferlinien sehr auffallende. In vielen Fällen fanden wir die Coïncidenz zahlreicher Hauptlinien des Kupfers im Bogen- und Funkenspectrum als ganz unzweifelhaft und nahmen in solchen Fällen die Kayser und Runge'schen Zahlen unmittelbar in unsere Tabellen auf, sobald wir die sichere Überzeugung hatten, dass der Beobachtungsfehler unter 0·05 A. E. liege. Diese sichergestellten Linien benützten wir neben dem Vergleichsspectrum von Cd, Zn und Pb als Normallinien zur Ermittlung der anderen Linien, deren Wellenlängen nach unseren eigenen Bestimmungen berechnet und in die Tabelle eingesetzt wurden.

Gehen wir nun auf die Resultate unserer Wellenlängenmessungen im Funkenspectrum des Kupfers ein, deren endgiltige Zahlen in der später folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

Intensität der Linien von 1 bis 10 ist derart bezeichnet, dass die stärksten Linien mit $i = 10$, die schwächsten mit $i = 1$ bezeichnet wurden (in Übereinstimmung mit Watt's «Index of Spectra» und mit unseren früheren Angaben).

Unsere Tabelle spricht für sich selbst, so dass wir nur hervorheben wollen, dass wir im Funkenspectrum des Kupfers über 500 Linien ausmassen, wovon beiläufig 200 sich auch in den Kayser und Runge'schen Tabellen über das Bogenspectrum finden, ein Theil als früher schon erkannte Cu-Linien des Funkenspectrums nachgewiesen und über 100 neu entdeckt sind.

Das Bogenspectrum des Kupfers zeigt, wie erwähnt, die Eigenschaft, dass fast alle Linien verschwommen, verbreitert und unscharf sind (Kayser und Runge).

Das Funkenspectrum des Kupfers weist zwar auch viele verschwommene, verbreiterte Linien auf, aber daneben eine gewisse Anzahl scharfer Linien, welche insbesondere im stärker brechbaren Theile und speciell im äussersten Ultraviolett in grosser Zahl kräftig hervortreten, während im sichtbaren Theile die verbreiterten, verschwommenen Linien überwiegen. Wegen der schönen Definition im brechbarsten Theile des Spectrums ist daher das Kupferfunkenspectrum als Vergleichsspectrum daselbst vorzüglich geeignet und leistet im äussersten Ultraviolett dieselben Dienste, wie das Eisenspectrum in den weniger brechbaren Spectralbezirken.

Das erwähnte verschwommene Aussehen vieler Kupferlinien und die Thatsache, dass Kupferoxyd ein ihm eigenthümliches verschwommenes Spectrum gibt, legt die Vermuthung nahe, dass die unscharfen Kupferlinien vielleicht Oxydlinien oder schmale Oxydbanden seien. Darüber geben unsere Versuche über das Kupferfunkenspectrum in einer Wasserstoffatmosphäre Aufschluss, bei denen das Auftreten von Oxydbanden ausgeschlossen ist, während beim Überspringen des Funkens an der Luft sich wohl Kupferoxydlinien beimengen können.

Der Vergleich mit Kayser und Runge's und Thalén's Angaben zeigt, dass fast alle dieser verschwommenen Linien auch bei Abwesenheit von Sauerstoff auftreten und somit dem elementaren Kupfer zuzuschreiben sind. Man sieht viele Linien im Bogen umgekehrt, im Funkenspectrum dagegen nur wenige; dies rührt wohl daher, dass im ersteren Falle eine dichte Dampfhülle um den Lichtbogen sich findet, während im Funken geringere Metallmengen verdampft werden. Trotzdem muss constatiert werden, dass sich auch im Funken immerhin noch einige umgekehrte Linien finden, welche auch im Bogenspectrum vorkommen, während andere nur im Bogenspectrum sich finden, dagegen im Funken

als mehr oder weniger dünne, schwache oder auch verbreiterte Linien (ohne Umkehrung) auftreten. Dieses Phänomen dürfte die betreffenden Linien besonders charakterisieren und vielleicht ihre Zusammengehörigkeit bedeuten. Die im Bogenspectrum leicht umkehrbaren Linien, welche im Funken mit ähnlichem Charakter auftreten, dürften besonders charakteristischen, bei Temperaturschwankungen wenig veränderlichen Atom-Oscillationen zukommen, während die anderen bei steigender Temperatur zurückzutreten scheinen.

Das Kupfer hat den charakteristischen Theil seines Spectrums im Ultraviolett besonders im stärkst brechbaren Theile. Im sichtbaren Spectrum sind nur die beiden gelben Linien $\lambda = 5782$ und 5700, ferner die drei grünen Linien $\lambda = 5220$, 5153 und 5105 charakteristisch. Die grüne Doppellinie $\lambda \begin{cases} 5220, & i = 6 \\ 5218, & i = 10 \end{cases}$ erscheint bei geringer Dispersion einfach, weil die intensivere und verbreiterte Hauptlinie mit der schwächeren Linie zusammenzufliessen scheint. Thalén, sowie Kirchhoff sahen diese Linie nur einfach, Kayser und Runge erkannten sie im Bogenspectrum als doppelt und wir konnten sie auch im Funkenspectrum stets mit Leichtigkeit als Doppellinie mit denselben Intensitätsverhältnissen und identischen Wellenlängen nachweisen; bemerkenswert erscheint, dass die im Bogenspectrum leicht umkehrbare Cu-Hauptlinie 5218·45 auch eine der wenigen im Funkenspectrum leicht umkehrbaren Cu-Linien ist, während die Nachbarlinie 5220·25 in den beiden Fällen nicht umgekehrt auftritt.

Die blauen und violetten Linien sind für das Auge wenig charakteristisch. So erscheint zum Beispiel die violette Linie $\lambda = 4275$ dem Auge schon schwach, ist jedoch im photographierten Spectrum eine Hauptlinie sowohl für den Bogen als auch für den Funken (im ersteren ist sie umgekehrt, im letzteren nicht). Dasselbe gilt von der etwas schwächeren Linie $\lambda = 4062$. Die eigentlichen charakteristischen Hauptlinien aber liegen im Ultraviolett und zwar sind solche Hauptlinien, welche sowohl dem Bogen als auch dem Funken angehören, $\lambda = 3308$, 3274, 3247, dann 2492 u. a. (s. Tabelle). Eine ganze Gruppe von Hauptlinien im Cu-Funkenspectrum sind für dieses allein charakteristisch und fehlen im Bogenspectrum, zum Beispiel $\lambda = 2689$, 2666, 2600, 2545, 2506, 2489 u. a. (s. Tabelle).

Eine Anzahl von Cu-Linien, welche Kayser und Runge im Bogenspectrum als starke Hauptlinien anführen, verblassen im Funkenspectrum oder fehlen ganz; oft tritt auch das Entgegengesetzte ein.

Der Grund des Fehlens mehrerer Linien bei unseren Beobachtungen am Funkenspectrum ist nach unserer Ansicht keinesfalls mangelhaften Beobachtungsmethoden zuzuschreiben, sondern die Dispersion sowohl als auch die Definition des Spectrums war bei unserem Apparate eine derartige, dass wir diese Linien bei einer grossen Anzahl von Spectrumphotographien, welche aufgenommen wurden, hätten unbedingt beobachten müssen. Wir belichteten reichlich sowohl mit Ruhmkorff-Funken unter Verwendung von Gleichstrom und einer grösseren Anzahl Leydener-Flaschen, als auch mit dem Wechselstrom-Inductorium-Funken, wobei grosse Condensatoren zur Verwendung gelangten und erhielten sogar weit detailreichere Funkenspectren als Bogenspectren. Die Nachforschung nach derartig zweifelhaften Linien gelang insbesondere im stark brechbaren Ultraviolett mit grosser Sicherheit, weil in diesem Bezirke die Linien besonders scharf sind, was bei zahlreichen Linien im weniger brechbaren Theile nicht der Fall ist, weshalb dort ein Übersehen stark verschwommener Cu-Linien leichter vorkommen kann. Zu den Kayser und Runge'schen ultravioletten Cu-Linien im Bogenspectrum, welche wir im Funkenspectrum vergeblich suchten, gehören die Linien: $\lambda = 2345·6$, 2282·2, 2240·9, 2238·5, 2236·4, 2178·9, 2171·9, 2169·5, 2068·5, 2061·8, 2025·1.

Ob diese Linien vielleicht dem von Kayser und Runge verwendeten unreinen Kupfer, respective den in diesem etwa enthaltenen fremden Substanzen zuzuschreiben sind oder nur bei der niedereren Temperatur des Bogenlichtes auftreten, nicht aber in der höheren Temperatur des Funkens, vermögen wir nicht zu entscheiden. Es ist aber wahrscheinlich, dass eine grössere Anzahl von Cu-Linien, welche Kayser und Runge im Bogenspectrum fanden, auch thatsächlich vorhanden ist und erst bei der höheren Temperatur

des Funkens verschwindet, um einer reichlichen Anzahl neuer Linien Platz zu machen. Jedoch tritt dieser Rückgang der Intensität von Hauptlinien des Cu-Bogenspectrums bei weitem nicht so häufig auf, als das Anwachsen der Intensität und Schärfe von Cu-Linien im Flaschenfunken, welche im Bogenspectrum schwach und verschwommen erscheinen; letzteres tritt namentlich bei den kurzwelligen Strahlen des Funkenspectrums ein, welches an Linienreichthum dem Bogenspectrum überlegen ist.

Diese Verhältnisse gehen aus unseren Tabellen, welche unsere Wellenlängen des Funkenspectrums, sowie zum bequemeren Vergleiche auch die Kayser und Runge'schen Messungen des Bogenspectrums enthalten, hervor.

Das Auftreten heller Spectrallinien an Stelle anderer nahe benachbarter, je nachdem man sich des Bogen- oder Funkenspectrums bedient, ist eine von uns beim Kupfer, Silber und Gold nachgewiesene Erscheinung. Wir haben schon gelegentlich unserer Untersuchungen des Cadmiumspectrums gezeigt, dass Doppellinien existieren, deren eine Componente zum Beispiel im Bogenspectrum stark ist, während sie im Funkenspectrum verschwindet, wogegen bei der anderen Componente das Gegentheil stattfindet[1]). Beim Cadmium sind diese Doppellinien so weit von einander entfernt, dass mit Apparaten von mässiger Dispersion das Phänomen erkannt werden kann. Liegen aber solche variable Linien sehr nahe, so dass ihre Entfernung von einander nur 1 A.E. oder noch weniger beträgt, so sind Verwechslungen leicht möglich. In einigen Fällen haben wir sehr genaue Messungen angestellt, um uns von der Nichtcoïncidenz solcher benachbarter Linien im Bogenspectrum einerseits und im Funkenspectrum andererseits zu überzeugen. Zum Beispiel bei der Cu-Linie $\lambda = 2025 \cdot 14$ im Bogen und $2025 \cdot 70$ im Funken oder $2016 \cdot 76$ und $2016 \cdot 0$ u. s. w. (s. Tabelle).

Vergleicht man die im Bogenspectrum auftretenden Kupferlinienpaare mit nahezu constanter Schwingungsdifferenz, welche Kayser und Runge nach Serien berechneten und anordneten, so ergeben sich folgende Resultate:

{ 5782, 5700 } { 5220, 5218, 5153 } { 4531, 4480 }

{ 4063·5 fehlt im Funken, 4062·8, 4022·9 } { 4056 fehlt im Funken, 4015 „ „ „ } { 3861, 3825 fehlt im Funken }

{ 3688 fehlt im Funken, 3654 } { 3274, 3247 }

Einige dieser Serien scheinen also bei der höheren Temperatur des Funkens nicht vorhanden zu bleiben und es zeigt sich auch keine Gemeinsamkeit der verschwindenden lang- und kurzwelligen Strahlen. Ob die fehlenden Linien bei sehr langen Belichtungen nicht dennoch zum Vorschein kommen, können wir nicht bestimmt entscheiden, jedenfalls müssen dieselben dann äusserst lichtschwach sein, da sie unseren Beobachtungen sonst kaum entgangen wären.

Vergleicht man die Bogen- und Funkenspectren mit den Kupferflammenspectren, welche in der Bunsenflamme auftreten (von Lecoq de Boisbaudran beobachtet), so ergiebt sich, dass:

1. Der niedrigsten (in der Bunsenflamme herrschenden) Temperatur die Kupferlinien 5782, 5218 und 5105 entsprechen;

2. der etwas höheren Temperatur des zwischen mit Kupferchlorid getränkten Elektroden überspringenden schwachen Funkens genau dieselben Linien nebst einem Zuwachs von Cu $\lambda = 5700$, 5292, 5153, 4704, 4651 und 4275 (Lecoq) zukommen;

---

[1]) Vergl. pag. 109 dieser Abhandlungen.

3. alle diese Linien sich ebensowohl im Bogen-, als auch (bei den höchsten Temperaturen) im Funkenspectrum vorfinden, also als constante, dem Kupfer bei den verschiedensten Temperaturen eigenthümliche Linien angesehen werden müssen;

4. im Bogenspectrum viel mehr Linien als in dem sub 1 und 2 geschilderten Falle auftreten, was namentlich für die stärker brechbaren Strahlen gilt. Als besonders charakteristische Linien heben wir ausser den sub 1 und 2 erwähnten Linien hervor $\lambda = 4062$, 3308, 3275, 3247, 2392 u. a.;

5. im Funkenspectrum alle sub 1, 2 und 3 genannten Hauptlinien gleichfalls als Hauptlinien auftreten; daneben treten aber noch viele sehr intensive neue Linien auf, welche im Bogen- und Flammenspectrum fehlen, während einige starke Cu-Linien des Bogenspectrums bei der hohen Temperatur des Flaschenfunkens zurücktreten oder verschwinden. Mit Bezug auf diese Erscheinungen muss das Cu-Spectrum als ein je nach der Temperatur ziemlich stark schwankendes Spectrum bezeichnet werden.

In den nachfolgenden Tabellen theilen wir die Resultate unserer Messungen am Funkenspectrum des Kupfers mit und fügen, zur Erleichterung der Vergleichung mit den Wellenlängenmessungen anderer Beobachter, die von Kayser und Runge, Thalén, Hartley und Adeney, Trowbridge und Sabine gefundenen Zahlen bei; dabei ist zu bemerken, dass die Kayser und Runge'schen und Trowbridge und Sabine'schen Zahlen, sowie die unseren auf Rowland's Normalspectrum bezogen wurden, während die Angaben Thalén's, sowie Hartley und Adeney's bekanntlich sich auf ältere Normalspectren beziehen. Inwieweit diese von einander abweichen, geht unmittelbar aus der Tabelle hervor.

Funkenspectrum des Kupfers.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		6381·1	6	scharf	6380·0	8	Thalén
—	—		6219·5	4	„	6218·5	2	„
5782·30	8		5782·30	8	„	5781·4	8	„
—	—		5768·65	1	verschwommen, verbreitert	—	—	
—	—		5760·49	1	„	—	—	
5732·53	1		5732·50	1	„	—	—	
5700·39	8		5700·39	6	scharf	5700·5	10	„
—	—		5696·68	3	verbreitert	—	—	
—	—		5685·03	1	„	—	—	
—	—		5679·42	3	scharf	—	—	
—	—		5675·85	2	verbreitert	—	—	
—	—		5672·92	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		5668·77	2	verbreitert	—	—	
—	—		5666·62	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5663·52	1	verschwommen	—	—	
—	—		5652·16	4	verbreitert	—	—	
5646·93	1	sehr unscharf	5646·13	3	„	—	—	
—	—		5644·39	1	sehr undeutlich	—	—	
—	—		5639·50	1	„	—	—	
—	—		5635·04	2	stark verbreitert[1]	—	—	
—	—		5636·84	1	„	—	—	
—	—		5624·71	1	„	—	—	
—	—		5621·17	3	verbreitert	—	—	
—	—		5618·70	3	„	—	—	
—	—		5608·83	3	scharf	—	—	
—	—		5574·10	3	etwas verbreitert	—	—	
—	—		5571·47	1	undeutlich	—	—	
—	—		5566·35	3	ziemlich scharf	—	—	

[1] Von uns nur am Kupferfunken an der Luft mittelst Wood's Inductorium beobachtet.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		5563·83	2	ziemlich scharf	—	—	
5555·16	4		5555·15	2	verbreitert	—	—	
—	—		5543·11	2	„	—	—	
5536·06	4	verbreitert	5535·90	3	stark verbreitert	—	—	
—	—		5500·09	2	scharf	—	—	
—	—		5498·14	2	„	—	—	
—	—		5495·12	4	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5487·30	3	„	—	—	
—	—		5475·49	2	undeutlich	—	—	
—	—		5472·00	3	verbreitert	—	—	
—	—		5463·55	4	„	—	—	
—	—		5460·25	2	„	—	—	
—	—		5456·02	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5453·93	1	undeutlich	—	—	
—	—		5450·62	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5440·90	1	ganz verschwommen	—	—	
—	—		5438·79	4	scharf	—	—	
5432·30	3	sehr unscharf	5432·26	2	verbreitert	—	—	
—	—		5429·01	1	„	—	—	
—	—		5422·93	1	„	—	—	
—	—		5418·61	4	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5410·97	2	verbreitert	—	—	
5408·56	2	„	5408·55	3	verschwommen	—	—	
5391·89	4	„	5391·92	2	„	—	—	
—	—		5389·70	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5380·75	3	„	—	—	
—	—		5369·63	3	„	—	—	
5360·22	2		5360·20	2	scharf[1])	—	—	
—	—		5357·27	2	sehr verschwommen, unsicher	—	—	
5355·20	2	„	5355·10	1	„ [1])	—	—	
5352·87	2		5352·85	1	„	—	—	
—	—		5340·71	1	verbreitert	—	—	
—	—		5338·19	1	„	—	—	
—	—		5325·38	3	scharf	—	—	
—	—		5317·60	4	verbreitert	—	—	
—	—		5309·41	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5295·71	2	scharf	—	—	
5292·75	6		5292·75	6	„	5292·1	8	Thalén
—	—		5287·66	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5285·77	2	„	—	—	
—	—		5282·34	2	verbreitert	—	—	
—	—		5270·13	1	ziemlich scharf[1])	—	—	
—	—		5268·38	3	„	—	—	
—	—		5255·62	1	„	—	—	
5250·78	2	verbreitert	5250·82	2	verschwommen	—	—	
—	—		5232·80	2	ziemlich scharf	—	—	
5220·25	6		5220·25	6	scharf } [2])	5217·3	10	„
5218·45	10	umgekehrt	5218·45	10	kräftig umgekehrt }	—	—	
—	—		5208·37	2	scharf	—	—	
—	—		5203·74	3	„	—	—	
5201·10	4	verbreitert	5201·14	2	verschwommen	—	—	
5158·53	1	„	—	—		—	—	
5153·33	8	umgekehrt; unscharf	5153·40	10	kräftig, umgekehrt	5152·8	—	„
5144·35	2	verbreitert	5144·40	1	scharf	—	—	
—	—		5139·03	2	verschwommen	—	—	

[1]) S. Note auf pag. 175.
[2]) Beide Linien scheinen bei geringer Dispersion in eine zusammenzufliessen; sie sind aber deutliche Doppellinien.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		5133·86	1	verschwommen	—	—	
—	—		5130·97	1	scharf	—	—	
—	—		5124·70	1	{ Mitte einer verschwommenen Doppellinie	—	—	
—	—		5120·00	2	scharf	—	—	
—	—		5112·18	2	„	—	—	
5105·75	8	umgekehrt	5105·75	8	„	5105·0	10	Thalén
—	—		5095·08	2	unscharf	—	—	
—	—		5094·29	2	„	—	—	
—	—		5089·54	2	„	—	—	
5076·42	2	verbreitert	5076·49	1	„	—	—	
—	—		5067·33	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		5060·86	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5059·58	1	sehr verbreitert	—	—	
—	—		5053·02	2	verschwommen	—	—	
5034·48	1	„	5034·49	1	„	—	—	
—	—		5016·99	2	„	—	—	
—	—		5013·40	2	„	5011·5	4	„
—	—		5007·49	1	scharf			
—	—		5005·38	2	„	—	—	
—	—		5001·50	1	„	—	—	
—	—		4985·94	2	verschwommen	—	—	
—	—		4954·83	4	„	4955·6	6	„
—	—		4945·17	1	„	—	—	
—	—		4938·56	1	sehr verbreitert	—	—	
—	—		4932·86	4	„	4932·6	6	„
—	—		4927·66	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4921·82	1	verschwommen	—	—	
—	—		4919·65	1	unsicher	—	—	
—	—		4913·98	1	„	—	—	
—	—		4910·77	3	verschwommen	4911·6	6	„
4866·38	2		4889·89	2	ziemlich scharf	—	—	
4794·23	2	sehr unscharf	4867·33	2	ganz verschwommen	—	—	
—	—		4856·48	1	sehr unsicher	—	—	
4767·69	2	„	4767·74	1	unsicher	—	—	
—	—		4758·61	2	verschwommen	—	—	
—	—		4748·85	2	ziemlich scharf	—	—	
4704·77	8		4704·76	5	scharf	4703·1	6	„
4697·62	4	„	4697·83	3	verschwommen	—	—	
—	—		4683·35	2	sehr verschwommen	—	—	
4674·98	6	verbreitert	4674·98	6	scharf	—	—	
4651·31	8		4651·29	8	„	4650·7	6	„
—	—		4649·31	2	„	—	—	
4642·78	2	sehr unscharf	4643·05	2	verbreitert	—	—	
—	—		4634·47	1	verschwommen	—	—	
—	—		4630·77	4	scharf	—	—	
—	—		4623·26	1	undeutlich	—	—	
—	—		4621·52	2	scharf	—	—	
—	—		4614·30	2	unscharf	—	—	
—	—		4607·45	2	scharf	—	—	
—	—		4601·80	2	„	—	—	
4587·19	10	sehr unscharf	4587·17	8	„	—	—	
—	—		4555·94	1	sehr verschwommen	—	—	
4539·98	8	umgekehrt, verbreitert	4539·60	3	verbreitert	—	—	
4531·04	8	„	4530·98	2	ziemlich scharf	—	—	
4513·39	2	verbreitert	—	—		—	—	
4509·60	4		4509·50	4	verbreitert	—	—	
4507·62	6	sehr unscharf	4507·77	1	sehr verschwommen	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		4505·65	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		4492·57	2	sehr verbreitert	—	—	
4480·59	8	umgekehrt	4480·52	3	„	—	—	
4415·79	6	verbreitert	4416·06	1	„	—	—	
4397·42	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
4378·40	8	umgekehrt	4378·30	1	verschwommen	—	—	
4354·91	2	unscharf	—	—		—	—	
4336·17	2	„	—	—		—	—	
4329·00	2	„	—	—		—	—	
4275·32	8	umgekehrt	4275·36	10	scharf	4275·0	4	Thalén
4267·48	1	verbreitert	—	—		—	—	
4259·63	6	„	4260·17	1	verschwommen	—	—	
4253·53	2	„	—	—		—	—	
4249·21	4	„	4249·17	3	verbreitert	—	—	
4242·42	2	unscharf	—	—		—	—	
4231·20	1	„	4228·37	1	undeutlich	—	—	
4177·87	4	verbreitert	4177·92	2	verbreitert	—	—	
4123·38	2	„	—	—		—	—	
4080·70	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
4073·28	2	„	—	—		—	—	
4063·50	1	unscharf	—	—		—	—	
4062·94	10	unscharf nach Roth	4062·89	7	unscharf nach Roth	—	—	
4056·8	2	unscharf «Violett»	—	—		—	—	
—	—		4043·70	3	scharf	—	—	
4022·83	10	unscharf nach Roth	4022·91	4	„	—	—	
4015·8	6	unscharf nach Violett	—	—		—	—	
4010·96	5	sehr unscharf	—	—		—	—	
4003·18	5		—	—		—	—	
—	—	hier liegen einige schwache Linien	—	—		—	—	
—	—		—	—		—	—	
—	—		3983·31	1	verschwommen	—	—	
—	—		3981·84	1	„	—	—	
—	—		3979·74	1	„	—	—	
—	—		3962·77	1	„	—	—	
—	—		3959·60	1	„	—	—	
—	—		3954·98	1	„	—	—	
—	—		3952·02	1	„	—	—	
—	—		3948·18	1	„	—	—	
—	—		3934·15	2	scharf	—	—	
3925·40	2	verbreitert	—	—		—	—	
—	—		3923·10	2	„	—	—	
3921·38	1	„	—	—		—	—	
—	—		3919·72	2	unscharf	—	—	
—	—		3917·67	1	„	—	—	
—	—		3914·00	2	„	—	—	
—	—		3912·35	1	„	—	—	
3899·43	1	„	3899·90	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3894·64	1	verschwommen	—	—	
—	—		3888·77	1	„	—	—	
—	—		—	—	hier liegen mehrere sehr undeutliche Linien	—	—	
—	—		—	—		—	—	
—	—		3887·12	1	verschwommen	—	—	
3861·88	2	„	3861·88	1	ziemlich scharf	—	—	
3860·64	4	„	3860·95	2	verschwommen	—	—	
—	—		3839·03	2	„	—	—	
—	—		3834·86	1	„	—	—	
—	—		3831·97	1	„	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		3826·40	2	verschwommen	—	—	
3825·13	1	verbreitert	—	—		—	—	
3821·01	1	„	—	—		—	—	
—	—		3813·77	2	„	—	—	
3812·08	1	„	3812·05	1	„	—	—	
—	—		3809·29	3	„	—	—	
—	—		3807·84	2	„	—	—	
3805·33	2	„	—	—		—	—	
—	—		3804·50	1	„	—	—	
—	—		3801·29	1	„	—	—	
—	—		3799·47	1	„	—	—	
—	—		3791·12	4	„	—	—	
—	—		3784·24	2	„	—	—	
—	—		3781·97	1	„	—	—	
—	—		3780·31	1	„	—	—	
—	—		3777·17	3	„	—	—	
—	—		3775·15	2	„	—	—	
3771·96	4	„	3772·17	1	„	—	—	
—	—		3764·21	1	„	—	—	
—	—		3762·23	1	„	—	—	
3759·53	2	„	3754·78	1	„	—	—	
—	—		3752·29	2	„	—	—	
—	—		3748·50	1	„	—	—	
—	—		3744·94	2	„	—	—	
—	—		3741·44	2	scharf	—	—	
3741·32	4	„	3737·62	1	verschwommen	—	—	
3734·27	2	„	3734·68	2	scharf	—	—	
—	—		3726·43	1	verschwommen	—	—	
—	—		3720·32	1	„	—	—	
—	—		3715·27	1	„	—	—	
3712·05	2	„	—	—		—	—	
—	—		3703·10	2	„	—	—	
3700·63	4	„	3700·56	1	„	—	—	
—	—		3697·99	1	„	—	—	
3688·60	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		3687·75	2	verbreitert	—	—	
—	—		3686·70	3	ziemlich scharf	—	—	
3684·75	2	verbreitert	—	—		—	—	
3676·97	2	„	—	—		—	—	
3672·00	2	„	—	—		—	—	
3665·85	2	„	—	—		—	—	
3659·44	1	„	3659·54	1	undeutlich	—	—	
3656·90	1	„	—	—		—	—	
3655·99	5	„	3656·22	1	scharf	—	—	
3654·6	2	sehr unscharf	3654·59	1	unsicher	—	—	
3652·56	1	„	—	—		—	—	
3648·52	1	verbreitert	—	—		—	—	
3645·32	2	„	3645·00	1	sehr undeutlich	—	—	
3641·79	2	„	3642·00	1	„	—	—	
—	—		3639·47	1	verschwommen	—	—	
3636·01	2	„	3636·10	2	„	—	—	
—	—		3633·14	1	„	—	—	
3627·39	4	„	3627·64	1	unscharf	—	—	
—	—		3625·61	1	„	—	—	
3624·35	2	„	3624·44	1	verschwommen	—	—	
3621·33	4	„	3621·31	2	„	—	—	
3620·47	2	„	3620·46	1	„	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
3614·31	1	verbreitert	—	—		—	—	
3613·86	2	„	3613·89	2	verschwommen	—	—	
—	—		3611·08	1	„	—	—	
3602·11	6	„	3602·10	4	„	—	—	
3599·20	6	„	3599·24	4	„	3598·9	3	Hartley und Adeney
—	—		—	—		3596·6	3	„
—	—		3549·09	1	„	—	—	
3546·54	1	„	—	—		—	—	
3545·05	2	„	—	—		—	—	
3533·84	4	„	3533·79	2	„	—	—	
3530·50	4	„	3530·44	3	scharf	—	—	
3527·55	4	„	3527·56	2	„	—	—	
3524·31	2	„	3524·36	3	„	3523·6	2	„
3520·07	4	„	3520·20	2	„	—	—	
—	—		3516·86	1	„	—	—	
3512·19	6	„	3512·16	3	„	3510·4	2	„
3500·37	1	„	—	—		—	—	
3498·11	2	„	—	—		—	—	
3488·89	1	„	—	—		—	—	
3487·62	1	„	—	—		—	—	
3483·82	4	„	3483·82	4	scharf	3483·2	2	„
3476·07	4	„	3476·03	3	„	3478·8	2	„
—	—		3472·26	1	verschwommen	3471·6	2	„
3454·76	4	„	3454·64	1	„	3455·8	2	„
3450·47	6	„	3450·43	3	scharf	3450·1	2	„
3422·22	1	„	—	—		—	—	
3420·20	1	„	—	—		—	—	
3415·94	2	„	3415·74	1	verbreitert	—	—	
3413·41	2	„	3413·27	1	„	—	—	
3404·73	2	„	3404·62	1	„	—	—	
3402·28	2	„	3402·31	1	„	—	—	
3396·39	1	„	—	—		—	—	
3395·52	1	„	—	—		—	—	
3393·09	2		3393·51	3	scharf	—	—	
3392·10	1		—	—		—	—	
3391·09	1		—	—		—	—	
3388·21	1		—	—		—	—	
3384·88	1		—	—		—	—	
3381·52	4	„	3381·43	2	verschwommen	3381·0	1	„
3375·74	2	„	—	—		—	—	
3365·46	4	„	3365·45	3	scharf	—	—	
3354·57	2	„	—	—		—	—	
3349·38	4	„	3349·43	2	„	—	—	
3342·99	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
3337·95	4		3338·00	4	„	—	—	
—	—		3335·59	1	verbreitert	—	—	
3329·68	4	verbreitert	3329·64	1	„	—	—	
3319·76	4	„	3319·74	2	scharf	—	—	
3317·28	4	„	3317·35	2	ziemlich scharf	—	—	
3308·10	8	„	3308·10	7	Hauptlinie, scharf	3306·8	5	„
3292·95	2		3292·77	1	verschwommen	—	—	
3290·62	7	sehr unscharf	3290·60	3	etwas verbreitert	3289·9	5	„
3282·78	4	verbreitert	3282·79	2	scharf	3282·1	4	„
3279·89	2	„	3279·89	3	„	3280·1	2	„
3277·35	1	„	—	—		—	—	
3274·06	10	umgekehrt	3274·09	8	Hauptlinie, scharf	3273·2	9	„
3266·05	2	verbreitert	3266·03	1	scharf	3265·2	3	„

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		—	—		3260·2	2	Hartley und Adeney
3247·65	10	umgekehrt	3247·65	10	Hauptlinie, scharf	3246·9	10	„
3243·21	4	verbreitert	3243·13	3	verbreitert	3243·9	2	„
3235·74	4	„	3235·68	3	ziemlich scharf	3233·4	2	„
3231·19	4	„	3231·25	2	„			
3226·61	2	„	3226·60	1	verschwommen	—	—	
3224·69	2	„	3224·67	2	„	—	—	
3223·47	2	„	3223·47	2	unscharf	—	—	
3211·47	2	„	—	—		—	—	
3208·32	4		3208·41	1	„	—	—	
—	—		3204·64	2	verbreitert	—	—	
—	—		3200·20	2	ziemlich scharf	—	—	
3194·17	4		3194·15	6	scharf	—	—	
3175·81	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
3169·73	4	verbreitert	3169·68	3	verschwommen	—	—	
3160·09	2		3159·85	6	„	—	—	
3151·67	2	„	—	—		—	—	
3146·93	4	unscharf	3146·84	1	„	—	—	
3142·47	4	„	3142·38	1	„	—	—	
3140·42	4	verbreitert	3140·33	1	„	3139·7	2	„
3128·73	4	„	—	—		—	—	
—	—		—	—		3134·2	2	„
—	—		—	—		3123·7	2	„
3126·22	6	„	3126·16	6	scharf	—	—	
3120·03	2	„	—	—		—	—	
3116·48	4	„	3116·34	1	undeutlich	3115·7	2	„
3113·59	2	„	—	—		—	—	
3108·64	6	„	3108·55	5	scharf	3107·4	3	„
3099·97	4	„	3099·98	5	„	3097·8	2	„
3094·07	2	verbreitert	3094·01	3	scharf	3097·8	2	„
—	—		3088·10	1	verschwommen	—	—	
3073·89	4		3073·82	1	scharf	—	—	
3070·86	1	„	3070·86	1	„	—	—	
3063·50	6		3063·50	3	„	—	—	
3057·73	5		—	—		—	—	
3053·52	1	„	—	—		—	—	
3052·73	1	„	—	—		—	—	
3044·18	1	„	—	—		—	—	
3036·17	6		3036·15	3	„	3035·6	2	„
—	—	Hier finden sich mehrere schwache Linien	—	—		3023·4	2	„
—	—		—	—		—	—	
—	—		—	—		—	—	
3010·92	4	verbreitert	3010·93	3	„	—	—	
—	—		3007·42	1	verschwommen, unsicher	—	—	
2997·46	4		2997·47	1	scharf	—	—	
2991·91	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2986·10	4	„	—	—		—	—	
2982·91	2	„	2982·21	1	verschwommen	—	—	
2979·52	2	„	2979·31	1	„	—	—	
2978·42	2	„	—	—		—	—	
—	—		2976·00	1	„	—	—	
—	—		2971·80	1	„	—	—	
2961·25	5	umgekehrt	2961·20	5	scharf	2959·6	3	„
2951·38	4		—	—		—	—	
2925·65	2	verbreitert	—	—		—	—	
2924·99	2	„	—	—		—	—	
2911·29	2	„	—	—		—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
2494·97	2		—	—		—	—	
—	—		2493·6	1	verschwommen	—	—	
2492·22	5	umgekehrt	2492·2	6	scharf	2491·4	3	Hartley und Adeney
—	—		2489·75	8	„	2489·1	6	„
—	—		2486·5	4	verbreitert	2485·6	—	„
—	—		2485·9	4	„			
—	—		2482·5	5	scharf	2481·8	3	„
—	—		2481·2	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2479·8	1	„	—	—	
—	—		2478·4	3	verschwommen	2478·2	2	„
—	—		2475·4	1	„	2475·1	1	„
—	—		2473·6	8	ziemlich scharf	2473·2	5	„
—	—		2468·7	8	„	2468·4	3	„
—	—		2466·0	4	unscharf	2465·2	1	„
—	—		2464·1	2	„	—	—	
—	—		2463·2	2	„	—	—	
2460·98	2	verbreitert	2462·1	3	„	2461·5	1	„
—	—		2460·5	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		2459·4	2	ziemlich scharf	—	—	
2458·97	2	„	2458·9	4	„	2458·2	1	„
—	—		2457·9	1	verschwommen	—	—	
—	—		2453·1	5	ziemlich scharf	2452·5	1	„
—	—		2451·9	1		—	—	
—	—		2449·5	1		—	—	
—	—		2447·6	2	verschwommen	—	—	
—	—		2446·8	2	„	2446·7	1	„
—	—		2445·5	2	„	—	—	
—	—		2444·54	5	scharf	2444·1	3	„
—	—		2443·5	2	verschwommen	—	—	
—	—		2442·6	2	„	—	—	
2441·72	3	umgekehrt	2441·72	6	scharf	2441·6	3	„
—	—		2440·2	3	verbreitert	2439·8	1	„
—	—		2436·0	5	ziemlich scharf	2435·7	1	„
—	—		2433·5	3	„	—	—	
—	—		2430·5	4	„	2430·3	1	„
—	—		2429·0	2	verschwommen	—	—	
—	—		2428·3	2	„	2428·2	1	„
—	—		2424·70	5	scharf	2425·1	3	„
—	—		2421·8	3	„	2422·0	1	„
—	—		2420·0	1	verschwommen	—	—	
—	—		2418·5	1	„	—	—	
—	—		2414·9	1	„	—	—	
—	—		2414·3	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2413·2	1	„	—	—	
—	—		2412·45	5	scharf	2412·2	3	„
—	—		2408·6	1	verschwommen	—	—	
2406·82	8	verbreitert nach Roth	2406·8	1	scharf	—	—	
—	—		2405·64	4	„	2404·8	3	„
—	—		2403·63	6	verbreitert	2403·3	6	
2400·18	4		2400·23	6	scharf	2400·1	6	„
2392·71	8	umgekehrt, verbreitert nach Roth	2392·8	4	„ } [1]	2393·0	1	„
—	—		—	—		—	—	
—	—		2391·8	3	„ }	2392·2	1	„
—	—		2385·1	2	„	2385·2	1	„
—	—		2276·6	5	„	2376·7	3	„
—	—		2370·9	2	verschwommen	2371·6	2	

[1] Ist eine Doppellinie und keine umgekehrte Linie.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		—	—		3260·2	2	Hartley und Adeney
3247·65	10	umgekehrt	3247·65	10	Hauptlinie, scharf	3246·9	10	„
3243·21	4	verbreitert	3243·13	3	verbreitert	3243·9	2	„
3235·74	4	„	3235·68	3	ziemlich scharf			
3231·19	4	„	3231·25	2	„	3233·4	2	„
3226·61	2	„	3226·60	1	verschwommen	—	—	
3224·69	2	„	3224·67	2	„	—	—	
3223·47	2	„	3223·47	2	unscharf	—	—	
3211·47	2	„	—	—		—	—	
3208·32	4		3208·41	1	„	—	—	
—	—		3204·64	2	verbreitert	—	—	
—	—		3200·20	2	ziemlich scharf	—	—	
3194·17	4		3194·15	6	scharf	—	—	
3175·81	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
3169·73	4	verbreitert	3169·68	3	verschwommen	—	—	
3160·09	2		3159·85	6	„	—	—	
3151·67	2	„	—	—		—	—	
3146·93	4	unscharf	3146·84	1	„	—	—	
3142·47	4	„	3142·38	1	„	—	—	
3140·42	4	verbreitert	3140·33	1	„	3139·7	2	„
3128·73	4	„	—	—		—	—	
—	—		—	—		3134·2	2	„
—	—		—	—		3123·7	2	„
3126·22	6	„	3126·16	6	scharf	—	—	
3120·03	2	„	—	—		—	—	
3116·48	4	„	3116·34	1	undeutlich	3115·7	2	„
3113·59	2	„	—	—		—	—	
3108·64	6	„	3108·55	5	scharf	3107·4	3	„
3099·97	4	„	3099·98	5	„	3097·8	2	„
3094·07	2	verbreitert	3094·01	3	scharf	3097·8	2	„
—	—		3088·10	1	verschwommen	—	—	
3073·89	4		3073·82	1	scharf	—	—	
3070·86	1	„	3070·86	1	„	—	—	
3063·50	6		3063·50	3	„	—	—	
3057·73	5		—	—		—	—	
3053·52	1	„	—	—		—	—	
3052·73	1	„	—	—		—	—	
3044·18	1	„	—	—		—	—	
3036·17	6		3036·15	3	„	3035·6	2	„
—	—	Hier finden sich mehrere schwache Linien	—	—		3023·4	2	„
—	—		—	—		—	—	
—	—		—	—		—	—	
3010·92	4	verbreitert	3010·93	3	„	—	—	
—	—		3007·42	1	verschwommen, unsicher	—	—	
2997·46	4		2997·47	1	scharf	—	—	
2991·91	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2986·10	4	„	—	—		—	—	
2982·91	2	„	2982·21	1	verschwommen	—	—	
2979·52	2	„	2979·31	1	„	—	—	
2978·42	2	„	—	—		—	—	
—	—		2976·00	1	„	—	—	
—	—		2971·80	1	„	—	—	
2961·25	5	umgekehrt	2961·20	5	scharf	2959·6	3	„
2951·38	4		—	—		—	—	
2925·65	2	verbreitert	—	—		—	—	
2924·99	2	„	—	—		—	—	
2911·29	2	„	—	—		—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
2891·77	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2890·97	2	„	—	—		—	—	
—	—		2884·50	1	verschwommen	—	—	
2883·03	4		2883·05	1	scharf	2882·4	2	Hartley und Adeney
2879·04	2	unscharf	—	—		—	—	
—	—		2878·02	3	„	2877·4	3	„
2875·66	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2874·60	2	„	—	—		—	—	
—	—		2860·45	3	„	—	—	
—	—		2858·28	1	unscharf	—	—	
—	—		2837·66	2	„	2836·5	3	„
—	—		2824·47	6	scharf	2823·2	3	„
—	—		2813·25	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2799·55	1	verbreitert	—	—	
—	—		2795·60	2	scharf	—	—	
2792·07	2	sehr unscharf, mehrere schwache Linien	—	—		—	—	
—	—		—	—		—	—	
—	—		2780·25	1	„	—	—	
—	—		2777·15	1	„	—	—	
2769·37	1	verbreitert	2769·88	4	„	2769·1	7	„
2768·94	4		—	—		—	—	
2766·50	5	umgekehrt	2766·45	2	„	2766·2	3	„
—	—		2763·80	1	„	—	—	
2751·86	1	verbreitert	2751·30	2	verbreitert	2745·9	3	„
2751·38	4	unscharf						
—	—		2745·54	6	scharf	—	—	
—	—		2739·98	3	„	—	—	
—	—		2737·63	3	„	—	—	
—	—		2734·07	2	verschwommen	—	—	
—	—		2731·8	2	„	—	—	
—	—		2730·4	1	„	—	—	
2724·04	4	sehr unscharf	2724·1	2	„	2721·2	4	„
—	—		2721·98	4	scharf	—	—	
—	—		2719·14	5	verschwommen	2718·4	4	„
2715·67	4	„	—	—		—	—	
—	—		2713·82	8	ziemlich scharf	2713·1	6	„
—	—		2703·48	9	scharf	2702·2	7	„
—	—		2701·34	10	„	2700·5	7	„
—	—		2698·8	1		—	—	
2696·83	1	verbreitert	2696·70	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2689·66	10	scharf	2688·8	7	„
2687·85	1	verbreitert	—	—		—	—	
2681·16	1	„	2680·0	1	verschwommen	—	—	
2676·59	2	„	—	—		—	—	
2672·24	2	„	—	—		—	—	
—	—		2666·61	6	scharf	2666·0	3	„
—	—		2658·7	1	verschwommen	—	—	
2651·78	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
2649·93	2	„	2649·9	1	„	—	—	
2645·45	2	„	—	—		—	—	
—	—		2644·10	5	ziemlich scharf	2643·5	1	„
—	—		2641·75	2	„	—	—	
2635·02	4	„	2635·1	1	verschwommen	—	—	
2630·15	4	„	2630·1	1	„	—	—	
2627·49	2	„	—	—		—	—	
—	—		2624·4	1	unscharf	—	—	
2618·46	10	umgekehrt	2618·46	8	scharf	2617·8	3	„

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2609·43	7	scharf	2608·9	2	Hartley und Adeney
2605·08	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		2600·51	10	„	2599·7	7	„
—	—		2599·15	8	„	2598·3	7	„
—	—		2592·9	1	verschwommen	—	—	
—	—		2590·78	5	scharf	2590·1	3	„
—	—		2587·6	1	verschwommen	—	—	
—	—		2586·5	1	„	—	—	
—	—		2584·0	1	unsicher	—	—	
—	—		2581·3	1	scharf	—	—	
2580·52	2	„	2580·3	1	„	—	—	
2579·40	2	„	2578·1	1	verschwommen	—	—	
—	—		2576·8	1	„	—	—	
—	—		2575·2	2	scharf	—	—	
—	—		2573·4	3	„	2573·0	2	„
—	—		2572·0	4	„	2572·0	2	„
—	—		2571·2	7	verschwommen	2570·9	2	„
2570·76	2	verbreitert	—	—		—	—	
2569·99	2	sehr unscharf	2569·7	1	„	—	—	
2567·17	1	verbreitert	2566·5	5	ziemlich scharf	2565·3	2	„
—	—		2564·4	1	„	—	—	
2563·54	2	verbreitert nach Roth	2563·1	1	„	—	—	
—	—		2561·5	1	verschwommen	—	—	
—	—		2557·4	1	„	—	—	
—	—		2554·4	2	scharf	—	—	
2553·38	1	„	2553·2	2	stark verbreitert	2553·7	1	„
—	—		2552·9	1	unscharf	2552·2	2	„
—	—		2552·1	1	„	—	—	
—	—		2550·4	2	verbreitert	—	—	
2547·67	1	„	—	—		—	—	
—	—		2545·08	10	scharf	2544·6	8	„
—	—		2538·8	4	ziemlich scharf	2538·2	2	„
—	—		2535·5	4	„	—	—	
—	—		2533·8	1	unscharf	2533·9	2	„
—	—		2533·0	2	„	—	—	
—	—		2532·1	2	„	2531·4	2	„
—	—		2529·60	8	ziemlich scharf	2528·8	6	„
—	—		2526·90	5	scharf	2526·2	6	„
—	—		2525·2	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2523·3	4	„	2522·7	1	„
—	—		2522·4	4	„	2522·1	1	„
—	—		2521·2	2	„	—	—	
—	—		2519·1	2	„	—	—	
—	—		2518·5	3	„	2518·3	1	„
—	—		2517·0	2	„	2517·5	1	„
—	—		2516·6	2	„	—	—	
—	—		2515·0	1	„	—	—	
—	—		2513·2	5	„	2513·2	1	„
—	—		2511·5	5	scharf	2512·2	1	„
—	—		2508·7	5	verbreitert	2508·7	3	„
—	—		2506·50	10	scharf	2506·2	6	„
—	—		2504·8	1	verbreitert	—	—	
—	—		2503·6	1	unscharf	—	—	
—	—		2503·1	1	unscharf	—	—	
—	—		2501·0	2	sehr verschwommen	—	—	
—	—		2497·7	3	scharf	2497·4	1	„
—	—		2496·2	4	verbreitert	2495·9	1	„

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
2494·97	2		—	—		—	—	
—	—		2493·6	1	verschwommen	—	—	
2492·22	5	umgekehrt	2492·2	6	scharf	2491·4	3	Hartley und Adeney
—	—		2489·75	8	„	2489·1	6	„
—	—		2486·5	4	verbreitert	2485·6	—	„
—	—		2485·9	4	„			
—	—		2482·5	5	scharf	2481·8	3	„
—	—		2481·2	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2479·8	1	„	—	—	
—	—		2478·4	3	verschwommen	2478·2	2	„
—	—		2475·4	1	„	2475·1	1	„
—	—		2473·6	8	ziemlich scharf	2473·2	5	„
—	—		2468·7	8	„	2468·4	3	„
—	—		2466·0	4	unscharf	2465·2	1	„
—	—		2464·1	2	„	—	—	
—	—		2463·2	2	„	—	—	
2460·98	2	verbreitert	2462·1	3	„	2461·5	1	„
—	—		2460·5	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		2459·4	2	ziemlich scharf	—	—	
2458·97	2	„	2458·9	4	„	2458·2	1	„
—	—		2457·9	1	verschwommen	—	—	
—	—		2453·1	5	ziemlich scharf	2452·5	1	„
—	—		2451·9	1		—	—	
—	—		2449·5	1		—	—	
—	—		2447·6	2	verschwommen	—	—	
—	—		2446·8	2	„	2446·7	1	„
—	—		2445·5	2	„	—	—	
—	—		2444·54	5	scharf	2444·1	3	„
—	—		2443·5	2	verschwommen	—	—	
—	—		2442·6	2	„	—	—	
2441·72	3	umgekehrt	2441·72	6	scharf	2441·6	3	„
—	—		2440·2	3	verbreitert	2439·8	1	„
—	—		2436·0	5	ziemlich scharf	2435·7	1	„
—	—		2433·5	3	„	—	—	
—	—		2430·5	4	„	2430·3	1	„
—	—		2429·0	2	verschwommen	—	—	
—	—		2428·3	2	„	2428·2	1	„
—	—		2424·70	5	scharf	2425·1	3	„
—	—		2421·8	3	„	2422·0	1	„
—	—		2420·0	1	verschwommen	—	—	
—	—		2418·5	1	„	—	—	
—	—		2414·9	1	„	—	—	
—	—		2414·3	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2413·2	1	„	—	—	
—	—		2412·45	5	scharf	2412·2	3	„
—	—		2408·6	1	verschwommen	—	—	
2406·82	8	verbreitert nach Roth	2406·8	1	scharf	—	—	
—	—		2405·64	4	„	2404·8	3	„
—	—		2403·63	6	verbreitert	2403·3	6	
2400·18	4		2400·23	6	scharf	2400·1	6	„
2392·71	8	umgekehrt, verbreitert nach Roth	2392·8	4	„ } [1]	2393·0	1	„
—	—		—	—		—	—	
—	—		2391·8	3	„ }	2392·2	1	„
—	—		2385·1	2	„	2385·2	1	„
—	—		2276·6	5	„	2376·7	3	„
—	—		2370·9	2	verschwommen	2371·6	2	

[1] Ist eine Doppellinie und keine umgekehrte Linie.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
						Hartley und Adeney		Trowbridge und Sabine
2369·97	5		2369·97	10	scharf (Hauptlinie)	2370·1	9	2369·9
—	—		2368·8	2	ziemlich scharf	2368·7	2	2368·8
—	—		2368·4	2	„	—	—	—
—	—		2364·2	1	verschwommen	2365·8	1	—
2363·28	1		2363·3	1	„	—	—	—
—	—		2362·8	1	„	—	—	—
—	—		2361·6	1	„	—	—	—
2356·68	4		2356·68	6	scharf	2357·2	5	2356·7
—	—		2355·2	4	verschwommen	2355·0	2	2355·2
—	—		2348·8	3	„	2348·8	2	—
—	—		2346·2	2	ziemlich scharf	2346·2	2	2346·2
2345·59	2		—	—		—	—	—
—	—		2339·1	1	verschwommen	—	—	—
—	—		2336·3	4	scharf	2336·6	3	2336·3
—	—		2324·1	1	verschwommen	—	—	—
—	—		2323·1	1	„	—	—	—
—	—		2320·4	2	ziemlich scharf	—	—	—
2319·70	4	verbreitert	2319·7	1	„	—	—	—
—	—		2315·9	1	sehr undeutlich	—	—	—
—	—		2315·3	1	ziemlich scharf	—	—	—
—	—		2312·3	1	„	—	—	—
—	—		2309·7	2	„	—	—	—
2303·18	7		2303·18	4	scharf	2303·8	1	2336·3
—	—		2299·6	2		2300·5	1	2299·6
—	—		—	—		2297·5	1	—
2294·44	2		2294·40	6	„	2295·0	6	2294·4
2293·92	10	umgekehrt	2293·92	3	ziemlich scharf	2294·6	3	2293·9
—	—		2291·1	4	„	2291·4	3	2291·1
2288·19	4		—	—		—	—	—
—	—		2286·7	4	„	2286·7	3	2286·7
2282·20	1	verbreitert	—	—		—	—	—
—	—		2280·9	1	„	—	—	—
—	—		2278·4	2	„	2279·6	2	2278·4
2276·30	4		2276·30	6	scharf	2277·0	6	2276·3
—	—		2274·9	1	ziemlich scharf	—	—	—
—	—		2265·5	2	„	2265·8	2	2265·5
2263·20	5	umgekehrt	2263·7	3	verbreitert	2263·9	3	2263·9
—	—		2263·2	2	„	2263·2	3	2263·2
2260·58	4	„	2260·6	2	„	2257·7	2	—
—	—		2255·1	2	„	—	—	2255·1
—	—		2252·0	1	„	2250·0	2	—
—	—		2248·9	3	„	2248·2	9	2249·0
2247·08	4	verbreitert	2242·14	7	scharf	2247·7	3	2247·0
2244·36	1		2244·4	1		2244·0	9	—
2242·68	4		2242·68	7	„	2243·5	3	2242·7
2240·89	1	„	—	—		2233·0	3	—
2238·52	2	umgekehrt	—	—		—	—	—
2236·40	1	„	—	—		—	—	—
—	—		2231·8	1		2232·2	3	2231·7
2230·16	8	„	2231·1	2	„	2231·2	5	2231·0
—	—		2230·2	3	verbreitert	2230·0	5	2230·1
2228·95	4		2229·0	4		2229·1	3	2228·9
2227·85	2	„	2227·9	2	unscharf	2228·1	3	2227·8
—	—		2227·0	3	„	2227·0	1	2226·9
2225·77	5	„	2225·8	2	ziemlich scharf	2226·0	2	2225·7

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
						Hartley und Adeney		Trowbridge und Sabine
—	—		2224·9	2	ziemlich scharf	—	—	2224·8
2218·21	2		2218·2	6	„	2219·3	6	2218·2
						2218·5	3	—
2215·78	5	umgekehrt	2215·4	3	„	2216·5	3	2215·3
						2215·8	3	—
2214·68	8	„	2214·6	3		2214·1	2	2214·4
—	—		2212·9	1	„	2211·3	6	2213·0
2210·35	2		2210·4	5	„	2210·8	3	2210·3
—	—		—	—		2208·8	2	—
—	—		2200·7	1	„	2200·3	3	2200·6
2199·77	8	„	2199·8	3	„	2199·8	1	2199·8
—	—		—	—		—	—	2196·9[1])
—	—		2195·9	3	„	2196·5	3	—
2192·35	2	verbreitert	2192·4	5	„	2192·0	6	2192·4
						2191·2	3	
2189·69	2	umgekehrt	2189·8	5	„	2189·6	6	2189·9
						2188·5	3	
—	—		2183·0	1	„	—	—	—
2181·80	4	„	2181·8	1	„	2181·0	1	2181·8
2179·41	4	„	2179·45	5	scharf	2179·0	5	2179·5
2178·97	3	„	—	—		2178·0	3	—
—	—		2175·15	3	„	2174·5	3	2175·2
2171·88	1	„	—	—		—	—	—
2169·49	1		—	—		—	—	—
2165·20	4	„	2165·2	1	ziemlich scharf	—	2	—
—	—		2161·6	1	„	—	1	—
—	—		2157·5	2	scharf	—	—	—
—	—		2152·0	3	„	—	—	—
2149·05	2		2149·05	4	„	2148·8	3	2149·2
—	—		2147·2	2	verschwommen	—	—	—
—	—		2145·7	2	„	—	—	—
—	—		2144·9	1	„	—	—	—
2136·05	2		2136·1	3	scharf	2135·8	3	2136·1
—	—		2134·6	2	„	2134·2	2	2134·6
—	—		2130·2	1	undeutlich	—	—	—
2126·11	2		2126·1	3	scharf	—	—	2126·2
—	—		2125·3	3	„	2124·4	3	2125·3
						2124·0	2	
2123·06	2		2123·06	3	„	2122·1	3	2123·1
						2121·5	2	
—	—		2117·4	2	„	2116·0	1	2117·5
2112·19	1		2112·20	2	„	2110·5	1	2112·2
2104·88	4	„	2104·88	2	„	2103·0	1	2104·9
—	—		2098·7	2	verbreitert	—	—	2098·6
—	—		2093·1	1	scharf	—	—	2093·9
—	—		2088·2	2		—	—	2088·1
2085·40	1		2085·4	3	„	—	—	2085·5
—	—		2079·0	2		—	—	2078·8
—	—		2070·4	1	undeutlich	—	—	—
2068·45	1		—	—		—	—	—
—	—		2066·5	1	verschwommen	—	—	2067·0
—	—		2062·7	1	„	—	—	2062·7
2061·77	1		—	—		—	—	—
2055·08	1		2055·1	2	scharf	—	—	2055·1

[1]) Ist wahrscheinlich durch Druckfehler unrichtig und soll 2195·9 heissen.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
						Hartley und Adeney		Trowbridge und Sabine
2043·73	1		2044·0	2	scharf	—	—	2045·0 [1]
2037·28	1		2037·28	2	„	—	—	2037·3
2035·90	1		2036·0	2	„	—	—	2036·0
—	—		2031·3	2	verbreitert	—	—	2030·9
—	—		2025·7	2	scharf	—	—	2025·7
2025·14	2	umgekehrt	—	—		—	—	—
—	—		2017·3	2	„	—	—	—
2016·76	1		—	—		—	—	—
—	—		2016·0	2	„	—	—	2016·0
2015·53	1		—	—		—	—	2015·8
—	—		2014·2	1	„	—	—	—
2013·19	1		2013·19	1	verschwommen	—	—	2013·2
2003·50	1		—	—		—	—	—
1999·68	1		1999·68	2	ziemlich scharf	—	—	1999·9
1995·16	1		—	—		—	—	—
1989·24	1		1989·24	2	„	—	—	1989·4
1979·26	1		1979·26	2	„	—	—	1979·4
1971·99	1		—	—		—	—	—
—	—		1970·5	1	„	—	—	1970·4
1956·83	1		—	—	„	—	—	—
1943·88	1		1943·88	1	„	—	—	1944·1

[1]) Wahrscheinlich durch Druckfehler entstellt; soll heissen 2044·0.

Die Spectren des Silbers.

Das Funkenspectrum des Silbers ist unvollständig bekannt[1]). Es ist wohl im sichtbaren Theile von Thalén[2]), Kirchhoff[3]), Huggins[4]) durch Überschlagen des Flaschenfunkens zwischen Silberelektroden erhalten und ausgemessen worden; Lecoq[5]) untersuchte das Spectrum des zwischen Silberlösungen überspringenden Funkens; jedoch sind diese Angaben im Blau und Violett aus den beim Kupfer angegebenen Gründen lückenhaft und ungenau; das von Hartley und Adeney[6]) photographierte Funkenspectrum beginnt erst bei $\lambda = 3541$ und erstreckt sich bis $\gamma = 2112$, so dass das Funkenspectrum des Silbers im Violett und zum Beginne des Ultraviolett so gut wie unbekannt ist. Betreffs des Bogenspectrums geben Kayser und Runge[7]) erschöpfende und sehr genaue Messungen und Beschreibungen desselben an, welche sich jedoch den Beobachtungen über das Funkenspectrum kaum angliedern lassen. Thalén und Huggins geben im sichtbaren Spectrum 19 Linien, welche Kayser und Runge nicht erhalten konnten, während bei ersterem 15 Silberlinien, welche Kayser und Runge im Bogen constatierten, fehlen. «Darnach scheint das Funkenspectrum wesentlich verschieden vom Bogenspectrum zu sein, was sich auch im Ultraviolett bestätigt, und Hartley und Adeney geben hier viel mehr Linien, als wir (Kayser und

[1]) Vergl. die Fussnote [2]) auf pag. 169.

[2]) Thalén: «Mémoire sur la détermine . . . . .», 1868; auch Watts: «Index of Spectra».

[3]) Kirchhoff: «Untersuchungen über das Sonnenspectrum», 1861; auch Watts: «Index of Spectra».

[4]) Huggins: Phil. Transact., 182, pag. 861 bis 887, 1872; auch Watts: «Index of Spectra».

[5]) Lecoq de Boisbeaudran: «Spectres lumineux», 1874; auch Watts: «Index of Spectra».

[6]) Phil. Transact., 1884, pag. 109; Watts: «Index of Spectra», 1889, pag. 127. — Später beschrieb Hartley auch das Bandenspectrum des Silbers und anderer Metalle; es wird mittelst des Knallgasgebläses erhalten (Hartley: «Flame spectra at high temperatures», Philosoph. Transact. of the Royal Soc. of London, Bd. CLXXXV [1894], pag. 161).

[7]) «Über die Spectren der Elemente», 5. Abschn., königl. preuss. Akad. d. Wissensch., Berlin 1892.

Runge) gefunden haben» — erwähnen Kayser und Runge am angegebenen Orte. Wir wollten uns über dieses Spectrum, dessen Anordnung der Linien in Serien mehrfach Gegenstand von Untersuchungen mit widerspruchsvollen Resultaten war, Gewissheit verschaffen und das Linienspectrum des Silbers an reinem Materiale feststellen. Zu diesem Zwecke bezogen wir «chemisch reines Feinsilber» vom k. k. Münzamte und unterzogen dasselbe, um absolut sicher zu gehen, einer neuerlichen Reinigung, indem wir es in Salpetersäure lösten, die Lösung mit Salzsäure fällten, sorgfältigst wuschen, dann das gewaschene Chlorsilber auf nassem Wege mittelst Hydroxylamin und Ammoniak reducierten und das schwammige, reducierte, chemisch reine Silber im Porzellantiegel schmolzen.

Das Silber ist im stärksten Flaschenfunken lichtärmer als Kupfer oder Gold; beim Überschlagen des Funkens (Ruhmkorff) an der Luft treten überdies die Luftlinien sehr stark hervor und wir sahen uns deshalb genöthigt, in einer Wasserstoffatmosphäre den Funken überschlagen zu lassen. Jedoch traten auch in diesem Falle die Nebenlinien des Ag-Spectrums nur lichtschwach auf, so dass wir stundenlang belichten mussten, um alle schwachen Linien auf der Platte zu erhalten. Bei starken elektrischen Strömen wird das Silber bald weissglühend und gibt schlechte Funken, weshalb man keine zu dünnen Elektroden verwenden darf.

Unsere Messungen sind sehr eingehende und erstrecken sich auf schwache Linien, so dass wir zahlreiche neue Silberlinien verzeichnen konnten. Huggins führt im rothen und orangefarbigen Theile des Funkenspectrums von Silber mehr Linien an als Thalén, welche erstere wahrscheinlich auch vorhanden, aber sicherlich sehr lichtarme Linien sind. Jedenfalls sind die von uns nicht angeführten Huggins'schen Linien nur schwache Linien, welche bei der geringen Lichtempfindlichkeit photographischer Platten für weniger brechbare Strahlen sich der phothographischen Beobachtung entzogen. Im stärker brechbaren Theile dürfen aber unsere Wellenlängenmessungen auf grosse Vollständigkeit Anspruch machen. Eine grosse Anzahl von Silberlinien, zum Beispiel im grünen Theile des Spectrums, sind sehr verschwommen, ja manche bandartig verbreitert, daneben befinden sich viele scharfe Linien und im stärker brechbaren Theile dominieren die scharfen Linien.

Die Vergleichung der bisherigen Angaben über Details im Silberspectrum zeigt mannigfache Widersprüche; zum Beispiel erwähnt Lockyer die einseitige Ausbreitung einiger Linien des Bogenspectrums von Silber[1]); er beobachtete, dass die Linie $\lambda = 4210$ sich stark nach dem violetten Ende verbreitert, während dies bei $\lambda = 4054$ mehr nach der entgegengesetzten Seite der Fall ist; später beobachteten Kayser und Runge mehrere solche Fälle (s. Tabelle). Was die helle Linie $\lambda = 4210$ anbelangt, welche Lockyer als umgekehrte Linie auffasst, so bemerkten Liveing und Dewar, dass sie nicht umgekehrt sei, sondern dass eine neue Linie, $\lambda = 4211$, hervortrete. Schuster vermuthet, Lockyer habe den dunklen Raum zwischen den beiden Linien für ein Umkehrungsphänomen gehalten und es sei die einseitige Verbreiterung nur eine scheinbare[2]). Kayser und Runge[3]) dagegen erhielten immer nur eine stark umgekehrte Linie bei 4212. Wir können jedoch die Angaben Liveing's und Dewar's bestätigen, dass in der That an dieser Stelle eine Doppellinie im Silberspectrum auftritt, welche bei Anwendung von starken Flaschenfunken unzweifelhaft nachweisbar ist; ja es tritt sogar der bemerkenswerte Fall ein, dass die Kayser und Runge'sche Silberhauptlinie (im Bogenspectrum) $\lambda = 4212$ im Funkenspectrum zur Nebenlinie wird, während die nach Lockyer schwach-, nach Kayser und Runge (im Bogenspectrum) gar nicht vorfindliche Linie $\lambda = 4210 \cdot 87$ als kräftige und scharfe Hauptlinie auftritt. Beim Silberfunkenspectrum erscheinen als die am meisten charakteristischen Hauptlinien die intensiven und scharfen Linien $\lambda = 3280 \cdot 8$ und $3383 \cdot 0$, welche im gesammten ultravioletten Spectrum am stärksten hervortreten und auch ziemlich leicht

[1]) Royal Soc., 1879, Bd. XXVIII, pag. 428; Roscoe: «Spectralanalyse», 1890, pag. 157.

[2]) Ibid., pag. 151.

[3]) Abhandlungen der königl. preuss. Akad. d. Wissensch., Berlin 1892.

umkehrbar sind, wenn man stärkere Ströme und dickere Elektroden, welche helle, grosse Funken geben, anwendet. Es ist bemerkenswert, dass sich $\lambda = 3280{\cdot}8$ im Funkenspectrum stets leichter umkehren lässt als $\lambda = 3383$; am deutlichsten sehen wir dieses Umkehrphänomen bei unserem Gitterspectrum dritter Ordnung, während es im Spectrum zweiter Ordnung nur schwach angedeutet, in jenem erster Ordnung jedoch nicht zu bemerken war. Auch im Bogenspectrum sind dieselben zwei Linien charakteristische Hauptlinien und jederzeit leicht umkehrbar. In der Nachbarschaft dieser beiden Hauptlinien treten mehr oder weniger schwache, aber äusserst zahlreiche Linien auf, deren schwächste bei knapper Expositionszeit bis zur Unkenntlichkeit undeutlich werden, so dass es schwer ist, diese linienreichen Theile des Spectrums complet auszumessen.

Wir bemühten uns, sowohl bei den Aufnahmen mittelst des Quarz-, als auch bei jenen mittelst des Gitterapparates, diesen Bezirk klar zu stellen, umso mehr, als auch im Bogenspectrum ähnliche Verhältnisse herrschen. Wir fanden viele der von Kayser und Runge gemessenen Linien auf, einige dieser Linien konnten wir jedoch nicht nachweisen, dagegen fanden wir andere neue Silberlinien. Wir halten diese Variationen zumeist für zufällige und in der Natur dieser Linien bedingte; dagegen sind die kurzwelligen Bezirke des Silberspectrums auffallend und mit charakteristischer Gesetzmässigkeit vom Bogenspectrum abweichend. So zum Beispiel finden sich bei den Silberlinien $\lambda < 3000$ A. E. im Funkenspectrum viele starke charakteristische Linien, welche im Bogenspectrum nicht oder nur äusserst schwach auftreten. Hier wären Ag-Doppellinien zu erwähnen, bei denen im Bogenspectrum nur eine Componente hervortritt, während im Funkenspectrum gerade diese Componente schwächer wird, wogegen die andere (welche im Bogenspectrum sehr schwach ist oder ganz fehlt) dominiert.

Dies ist zum Beispiel bei den ultravioletten Linien $\lambda = \left\{\begin{matrix} 2938 \\ 2934 \end{matrix}\right\}$ der Fall, von welchen Kayser und Runge nur die erstere führen; bei $\lambda = \left\{\begin{matrix} 2824, & 2721, & 2575 \\ 2815, & 2712, & 2567 \end{matrix}\right\}$, bei welchen im Bogenspectrum die Silberlinie von kürzerer Wellenlänge zurückbleibt, während im Funkenspectrum das Umgekehrte der Fall ist. Auch im indigoblauen Theile des Spectrums finden sich Ag-Linienpaare von ähnlichem Verhalten, zum Beispiel $\lambda = \left\{\begin{matrix} 4212 \\ 4210 \end{matrix}\right\}$. Ob diese Doppellinien gesetzmässig zusammengehören oder zufällig nebeneinander gelagert sind, dafür haben wir keinen Anhaltspunkt. So zum Beispiel hat das Silberfunkenspectrum charakteristische starke Linien im Indigoblau $\lambda = 4226$ (4), 4210 (8), im Violett $\lambda = 4055$ (6), 3933 (5), ferner weit charakteristischere ultraviolette Silberlinien, namentlich die schönen Liniengruppen $\lambda = 2938$, 2934, 2929 bis 2873, dann die doppelte Hauptlinie $\lambda = \left\{\begin{matrix} 2711{\cdot}9 \\ 2711{\cdot}3 \end{matrix}\right\}$, welche bei geringer Dispersion als dicke, einfache Linie erscheint, ferner die starke Linie $\lambda = 2580$, die für das Funkenspectrum ausserordentlich charakteristische Liniengruppe $\lambda = 2506$ bis $\lambda = 2453$, welche im Bogenspectrum ebenso fehlt wie die starken Silberlinien $\lambda = 2444$, 2428, 2420, 2358 und 2357 u. s. w. Es ist auffallend, dass die ebenfalls charakteristischen Silberliniengruppen, welche allerdings weniger hell im Funkenspectrum als die obigen sind, von $\lambda = 2331$ bis 2309 sowohl im Bogen als auch im Funken auftreten, während die unmittelbar darauffolgenden Ag-Linien 2296, 2280 und 2275 eben nur im letzteren kräftig und charakteristisch auftreten.

Die letzten Ag-Linien im brechbarsten Theile des Bogenspectrums beobachteten Kayser und Runge bei $\lambda = 2246$. Das Funkenspectrum reicht weiter gegen das brechbarste Ende hinaus; Hartley und Adeney beobachteten die letzten Linien bei $\lambda = 2112$[1]), während wir noch eine Anzahl von neuen

---

1) Hartley und Adeney beobachteten die Linien sehr gut, aber ihre Wellenlängebestimmungen sind ungenau, theils wegen geringer Dispersion (für Bezirke $\lambda > 2800$), theils wegen mangelhaft bestimmter Leitlinien mittelst Gitterspectrum.

deutlichen Linien kürzerer Wellenlänge bei λ = 1975·2 beobachteten und ausmessen konnten, darunter ganz charakteristische Liniengruppen.

Das den niedrigsten Temperaturen entsprechende Silberspectrum erhält man nach Lecoq's Vorgang, wenn man schwache Funken zwischen Silbernitratlösung überspringen lässt. Hierbei fand Lecoq folgende Silberlinien: λ = 5465, 5209, 4668 und 4396, welche Linien sich auch im Bogen- und Funkenspectrum des Silbers finden; während die Lecoq'sche Linie λ = 4210 bei Kayser und Runge im Bogenspectrum fehlt, fanden wir diese Linie im Funken. Die obigen Linien entsprachen den niedrigsten Temperaturen und es lassen sich analoge Vergleiche und Schlussfolgerungen über das Variieren des Silberspectrums anstellen, wie wir dies beim Kupfer gethan haben. Im Funkenspectrum des Silbers (s. Tabelle) sehen wir wohl viele schwache Linien des Bogenspectrums zu Hauptlinien werden, jedoch tritt der Fall, dass starke Linien des Bogenspectrums im Funkenspectrum verschwinden, nur selten ein; es treten wohl eine Reihe von Linien des Bogenspectrums im Funken zurück, aber dieses Phänomen ist beiweitem nicht so auffallend als beim Kupfer. Immerhin ist auch das Silberspectrum als ein variables zu bezeichnen, denn es wird durch das Hinzukommen und Neuauftreten intensiver Silberlinien im heissen Flaschenfunken zu einem äusserst linienreichen Spectrum, bei welchem die im Bogenspectrum vorhandenen mittelmässig hellen Linien zumeist erhalten bleiben und von den neu auftretenden Linien des Funkenspectrums an Intensität und häufig an Schärfe weit überholt werden.

Funkenspectrum des Silbers.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		6037·3	2		6036·2	2	Thalén
—	—		5678·7	1	undeutlich	—	—	
5667·72	4	sehr unscharf	5667·9	1	schwach	—	—	
—	—		5656·99	1	unscharf, verbreitert	—	—	
—	—		5646·50	1	sehr verschwommen	5645·1	4	
—	—		5628·40	2	„	5625·6	4	
—	—		5623·34	4	sehr verbreitert	5622·6	8	
—	—		5621·25	2	„	—	—	
—	—		5611·85	2	„	5610·6	4	
—	—		5602·93	1	„	—	—	
—	—		5597·99	1	„	—	—	
—	—		5593·11	3	„	—	—	
—	—		5590·37	2	sehr verschwommen	5590·1	4	
—	—		5580·89	1	„	—	—	
—	—		5575·21	1	„	—	—	
—	—		5570·63	2	stark verbreitert	5568·1	4	
—	—		5558·98	3	„	5556·6	4	
—	—		5552·79	4	„	5551·6	8	
5545·86	4	verbreitert nach Roth	5544·5	1	unsicher	—	—	
—	—		5535·41	2	verbreitert	—	—	
—	—		5533·48	1	„	—	—	
—	—		5530·23	1	„	—	—	
—	—		5528·72	1	„	—	—	
—	—		5521·25	4	sehr verbreitert	5522·1	4	
—	—		5494·75	1	„	—	—	
—	—		5489·06	3	„	5486·6	2	
—	—		5480·81	3	verbreitert	—	—	
—	—		5479·34	2	scharf	—	—	
5471·72	5		5471·70	5	„	5470·1	8	
5465·66	10	umgekehrt	5465·64	10	„	5464·1	10	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		5454·41	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5450·42	3	„	—	—	
5436·0	2	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		5424·9	1	undeutlich	5423·6	6	
—	—		5412·62	1	„	5411·1	2	
—	—		5404·13	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		5401·10	2	„	5401·6	8	
5333·5	2	verbreitert	—	—		—	—	
5329·93	4	verbreitert nach Roth	—	—		—	—	
—	—		—	—		5299·1	6	
5276·4	1	verbreitert	—	—		—	—	
5209·25	10	umgekehrt	5209·19	8	scharf	5208·9	10	
—	—	mehrere unscharfe Linien	—	—		—	—	
4874·36	4	verbreitert nach Violett	4874·42	2	„	4874·1	8	
—	—		4678·23	4	verbreitert	—	—	
—	—		4678·04	2	sehr stark verbreitert	—	—	
4668·70	8	verbreitert nach Roth	4668·58	2	ziemlich scharf	4666·6	4	
—	—		4630·10	3	„	—	—	
—	—		4620·57	2	„	—	—	
—	—		4620·08	2	„	—	—	
4616·03	4	sehr unscharf	4616·0	1	sehr verschwommen	—	—	
4556·13	4	„	4556·09	2	sehr verbreitert	—	—	
—	—		4552·41	1	„	—	—	
—	—		4519·39	1	scharf	—	—	
—	—		4509·84	1	„	—	—	
4476·29	5	verbreitert nach Roth	4476·31	5	„	—	—	
—	—		4447·08	2	ziemlich scharf	—	—	
4396·49	2	verbreitert	4396·30	1	sehr undeutlich	—	—	
—	—		4394·11	2	ziemlich scharf	—	—	
4379·45	4	„	4385·16	4	scharf	—	—	
—	—		4363·46	2	„	—	—	
—	—		4358·14	1	„	—	—	
4311·28	4	verbreitert nach Roth	4311·35	4	verschwommen	—	—	
—	—		4226·55	4	scharf	—	—	
4212·1	8	umgekehrt[1])	4212·76	2	ziemlich scharf[1])	—	—	
—	—		4210·87	8	scharf	—	—	
—	—		4085·92	2	„	—	—	
4055·44	5	„	4055·46	6	„	—	—	
—	—		4046·45	2	„	—	—	
—	—		3994·96	1	„	—	—	
3991·9	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		3985·18	3	„	—	—	
3981·87	5	verbreitert nach Roth	3981·35	2	„	—	—	
—	—		3968·34	5	„	—	—	
—	—		3961·27	2	„	—	—	
3943·1	1	verbreitert	—	—		—	—	
3940·3	1	„	—	—		—	—	
—	—		3933·60	5	„	—	—	
—	—		3919·95	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3918·41	1	sehr undeutlich	—	—	
3914·47	2	sehr unscharf	3914·01	1	„	—	—	
3907·63	2	„	3907·76	2	verbreitert	—	—	
3841·3	2	„	3840·74	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3838·38	1	verschwommen	—	—	
3810·6	2	„	3810·86	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3714·37	1	scharf	—	—	

[1]) Kayser und Runge konnten diese unscharfe Linie nicht genau messen und gaben die Fehlergrenze mit 1 A. E. an, während wir die Linien ziemlich scharf erhielten.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
3710·1	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		3683·40	2	scharf	—	—	
3681·8	2	verbreitert nach Violett	3682·49	1	„	—	—	
—	—		3649·97	2	unscharf	—	—	
3624·0	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		3616·20	1	undeutlich	—	—	
—	—		3596·38	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3580·77	1	undeutlich	—	—	
3557·3	1	verbreitert	—	—		—	—	
3547·3	1	„	—	—		—	—	
3542·67	4	„	3542·65	3	scharf	3541·3	2	Hartley und Adeney
—	—		3513·44	1	undeutlich	—	—	
3505·43	1	„	—	—		—	—	
—	—		3503·05	1	kaum sichtbar	—	—	
3501·90	4	„	3502·02	2	ziemlich scharf	—	—	
3499·65	1	„	—	—		—	—	
—	—		3495·57	1	„	—	—	
—	—		3475·89	3	scharf	—	—	
—	—		3469·52	1	„	—	—	
—	—		3468·0	1	unscharf	—	—	
—	—		3437·45	1	verschwommen	—	—	
—	—		3429·59	2	scharf	—	—	
—	—		3425·56	1	verschwommen	—	—	
—	—		3421·69	2	„	—	—	
—	—		3419·43	1	„	—	—	
—	—		3412·91	1	„	—	—	
—	—		3405·20	3	verbreitert	3404·2	2	„
—	—		3401·56	1	undeutlich	—	—	
—	—		3400·34	1	„	—	—	
—	—		3397·56	2	verbreitert	—	—	
—	—		3394·05	1	undeutlich	—	—	
—	—		3392·56	1	verbreitert	—	—	
—	—		3389·44	3	scharf	3389·7	2	„
—	—		3387·22	1	„	—	—	
3383·00	1	umgekehrt	3382·98	10	Hauptlinie	3382·3	10	„
—	—		3376·28	1	undeutlich	—	—	
—	—		3373·59	1	„	—	—	
—	—		3367·04	2	scharf	—	—	
—	—		3364·94	1	verschwommen	—	—	
—	—		3363·69	1	„	—	—	
—	—		3361·98	1	scharf	—	—	
—	—		3361·18	1	„	—	—	
—	—		3360·36	1	„	—	—	
—	—		3358·79	1	unscharf	—	—	
—	—		3356·90	1	„	—	—	
—	—		3354·41	2	„	—	—	
—	—		3353·45	2	„	—	—	
—	—		3352·16	4	scharf	3351·8	2	„
—	—		3347·60	1	„	—	—	
—	—		3344·78	2	verbreitert	—	—	
—	—		3343·28	2	scharf	—	—	
—	—		3341·34	1	„	—	—	
—	—		3339·30	2	„	—	—	
—	—		3333·76	2	„	—	—	
—	—		3331·91	3	„	—	—	
—	—		3330·69	1	„	—	—	
—	—		3329·84	1	„	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
3327·82	1	verbreitert	—	—		—	—	
—	—		3325·90	1	scharf	—	—	
—	—		3322·93	1	„	—	—	
—	—		3321·81	2	„	—	—	
—	—		3318·26	2	„	—	—	
—	—		3316·73	2	„	—	—	
—	—		3315·54	1	unscharf	—	—	
—	—		3313·75	1	„	—	—	
—	—		3312·65	4	scharf	3311·6	2	Hartley und Adeney
—	—		3308·58	2	„	—	—	
—	—		3307·31	2	„	3306·1	2	„
3305·77	2	„	3305·32	1	verschwommen	—	—	
—	—		3304·75	1	„	—	—	
—	—		3304·14	1	„	—	—	
—	—		3301·61	5	scharf	3300·6	2	„
—	—		3299·51	4	„	3299·0	2	„
—	—		3297·74	2	„	—	—	
—	—		3295·60	2	„	—	—	
—	—		3294·40	2	„	—	—	
—	—		3293·22	3	verbreitert	—	—	
—	—		3289·26	3	scharf	3292·3	2	„
—	—		3288·0	1	„	3288·6	2	„
3280·80	1	umgekehrt	3280·80	10	„	3280·1	10	„
—	—		3274·40	3	scharf; Hauptlinie	—	—	
—	—		3272·16	1	unscharf	3272·8	2	„
—	—		3270·05	1	„	—	—	
—	—		3268·43	1	scharf	—	—	
—	—		3267·40	1	„	—	—	
—	—		3266·0	1	„	3265·2	2	„
—	—		3264·20	2	„			
—	—		3262·75	1	„	—	—	
—	—		3259·80	1	unscharf	3260·2	2	„
—	—		3258·50	1	scharf	—	—	
—	—		3257·36	1	„	—	—	
—	—		3256·47	1	„	—	—	
—	—		3254·88	1	unscharf	—	—	
—	—		3253·80	2	scharf	—	—	
—	—		3252·65	5	„	3251·8	2	„
—	—		3251·05	1	„	—	—	
—	—		3249·78	1	„	—	—	
—	—		3249·14	2	„	—	—	
—	—		3247·12	3	„	—	—	
—	—		3244·77	4	„	3243·8	4	„
—	—		3241·06	2	wahrscheinlich doppelt	—	—	
—	—		3240·83	2	umgekehrt? oder doppelt?	—	—	
—	—		3237·52	1	scharf	—	—	
—	—		3233·69	1	„	—	—	
3232·94	4	verbreitert	3233·07	3	„	—	—	
—	—		3231·24	2	„	3231·8	2	„
—	—		3229·90	3	„	3228·6	2	„
—	—		3228·88	1	„	—	—	
—	—		3224·87	1	„	—	—	
—	—		3223·37	3	„	3222·3	2	„
—	—		3221·46	1	„	—	—	
—	—		3217·86	1	„	—	—	
—	—		3216·65	4	„	3216·0	2	„
—	—		3211·86	1	unscharf	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		3209·92	2	scharf	—	—	
—	—		3208·16	2	„	3208·1	2	Hartley und Adeney
—	—		3207·44	2	„	—	—	
—	—		3203·63	1	„	—	—	
—	—		3200·80	3	„	—	—	
—	—		3200·01	1	„	3198·8	2	„
—	—		3193·34	1	„	—	—	
—	—		3191·80	2	„	3190·6	2	„
—	—		3187·75	2	„	—	—	
—	—		3185·08	2	„	—	—	
—	—		3184·15	1	„	3183·7	2	„
—	—		3181·50	2	„	—	—	
—	—		3180·69	2	„			
—	—		3179·28	2	„	3179·2	2	„
—	—		3176·22	2	sehr verschwommen	—	—	
—	—		3173·52	1	scharf	3174·3	2	„
—	—		3172·22	1	„	—	—	
3170·66	4	verbreitert	—	—		—	—	
—	—		3158·73	1	„	—	—	
—	—		3153·09	2	„	—	—	
—	—		3149·92	1	„	—	—	
—	—		3142·82	1	undeutlich	—	—	
—	—		3142·08	1	scharf	—	—	
—	—		—	—		3134·9	1	„
3130·09	3	„	3130·10	2	verschwommen	—	—	
—	—		3129·19	1	„	3129·2	1	„
—	—		3123·97	1	„	—	—	
—	—		3117·82	1	scharf	—	—	
—	—		3116·93	1	„	—	—	
—	—		3115·65	1	„	—	—	
—	—		3113·10	1	„	—	—	
—	—		3102·74	1	„	—	—	
3099·19	2	„	—	—		—	—	
—	—		3098·10	1	„	—	—	
—	—		3096·50	1	„	—	—	
—	—		3086·42	2	„	—	—	
—	—		3082·95	2	„	—	—	
—	—		3081·53	1	„	—	—	
—	—		3080·92	1	„	—	—	
—	—		3072·76	1	verschwommen	—	—	
—	—		3064·69	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3052·71	1	verschwommen	—	—	
—	—		3047·04	1	scharf	—	—	
2938·42	3	„	3037·82	1	verschwommen	—	—	
—	—		3036·03	1	„	—	—	
—	—		3035·29	1	„	—	—	
—	—		3031·75	1	„	—	—	
—	—		3030·51	1	„	—	—	
—	—		3012·85	1	scharf	—	—	
—	—		3011·89	1	„	—	—	
—	—		3000·67	1	verschwommen	—	—	
—	—		2999·67	1		—	—	
—	—		2999·13	1		—	—	
—	—		2986·20	1	scharf	—	—	
—	—		2982·16	1	„	—	—	
—	—		2943·93	1	verschwommen	—	—	
—	—		2942·06	1	unscharf	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		2938·53	3	verbreitert	2937·4	2	Hartley und Adeney
—	—		2934·23	4	„	2933·5	5	„
—	—		2929·33	5	scharf	2928·2	5	„
—	—		2920·0	3	„	2919·1	4	„
—	—		2902·08	4	ziemlich scharf	2901·6	5	„
—	—		—	—		2895·6	5	„
—	—		2886·44	5	„	—	—	
—	—		2883·99	2	verbreitert	—	—	
—	—		2878·88	1	verschwommen	—	—	
—	—		2873·65	5	scharf	2872·7	5	„
—	—		2853·0	1	verschwommen	—	—	
—	—		2828·74	1	sehr unscharf	—	—	
2824·50	2	verbreitert	2824·06	2	„	—	—	
—	—		2815·50	5	scharf	2814·5	5	„
—	—		2802·76	1	„	—	—	
—	—		2801·69	1	sehr unscharf	—	—	
—	—		2799·63	5	ziemlich scharf	2798·9	5	„
—	—		2795·60	4	scharf	—	—	
—	—		2786·53	2	verschwommen	—	—	
—	—		2767·60	8	scharf	2766·4	7	„
—	—		2756·46	4	„	2755·5	7	„
—	—		2753·3	2	„	—	—	
—	—		2749·4	4	„	—	—	
—	—		2746·9	3	verschwommen	—	—	
—	—		2746·6	3	„	—	—	
—	—		2744·06	4	scharf	—	—	
—	—		2743·3	2	„	2742·9	2	„
—	—		2740·0	4	„	—	—	
—	—		2737·2	1	undeutlich	—	—	
—	—		2727·5	2	scharf	—	—	
2721·84	4		2721·84	3	„	2720·6	1	„
—	—		2719·1	1	„	—	—	
—	—		2716·3	1	„	—	—	
—	—		2714·5	1	scharf	—	—	
—	—		2711·94	8	„	2711·3	7	„
—	—		2711·34	2	„	—	—	
—	—		2688·40	1	unscharf	—	—	
—	—		2684·8	1	scharf	—	—	
—	—		2681·43	5	„	2680·5	6	„
—	—		2666·4	1	coïncidiert mit Cu	—	—	
—	—		2664·6	1	unscharf	—	—	
—	—		2660·52	8	scharf	2659·6	7	„
—	—		2657·0	4	verbreitert	2656·2	4	„
—	—		2631·3	1	scharf	—	—	
—	—		2628·62	1	„	2627·3	4	„
—	—		2625·75	3	„	2625·2	4	„
—	—		2621·6	1	„	—	—	
—	—		2617·8	2	„	—	—	
—	—		2614·55	6	„	—	—	
—	—		2613·8	2	„	2613·7	4	„
—	—		2612·0	2	„	—	—	
—	—		2607·0	2	„	—	—	
—	—		2606·20	6	„	2605·4	4	„
—	—		2599·26	3	„	—	—	
—	—		2598·79	2	„	2598·2	1	„
—	—		2595·60	1	ziemlich scharf	2594·7	2	„
—	—		2592·6	1	scharf	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2591·4	1	scharf	—	—	
—	—		2585·8	2	„	—	—	
—	—		2584·2	2	unscharf	—	—	
—	—		2580·66	8	scharf	2579·9	7	Hartley und Adeney
2575·70	5	verbreitert	2575·5	1	undeutlich	—	—	
—	—		2567·0	2	scharf	2565·8	2	„
—	—		2564·34	3	„	2563·2	2	„
—	—		2563·5	1	„	—	—	
—	—		2562·83	2	„	2561·5	3	„
—	—		2562·6	1	„	—	—	
—	—		2556·8	4	„	—	—	
—	—		2553·30	2	„	2552·0	1	„
—	—		2538·8	1	„	—	—	
—	—		2536·7	2	„	—	—	
—	—		2535·50	6	„	2534·5	7	„
—	—		2534·5	1	„	—	—	
—	—		2533·8	2	„	—	—	
—	—		2529·7	1	„	—	—	
—	—		2526·3	1	„	—	—	
—	—		2525·5	1	„	—	—	
—	—		2523·1	1	„	—	—	
—	—		2516·2	1	„	—	—	
—	—		2514·4	1	„	—	—	
—	—		2211·9	1	„	—	—	
—	—		2506·74	9	„	2506·0	7	„
—	—		2504·7	1	„	—	—	
—	—		2504·1	3	ziemlich scharf	2503·6	4	„
—	—		2502·3	1	undeutlich	—	—	
—	—		2498·9	1	scharf	—	—	
—	—		2493·2	2	„	—	—	
—	—		2490·7	1	„	—	—	
—	—		2489·9	1	„	—	—	
—	—		2488·2	1	„	—	—	
—	—		2486·6	2	„	2486·4	2	„
—	—		2485·8	3	„	2485·4	2	„
—	—		2484·3	1	undeutlich	—	—	
—	—		2483·4	1	scharf	—	—	
—	—		2480·55	5	„	2479·9	5	„
—	—		2478·6	1	„	—	—	
—	—		2477·36	6	„	2476·8	6	„
—	—		2473·93	8	„	2473·3	7	„
—	—		2472·5	1	verschwommen	—	—	
—	—		2469·7	2	scharf	2469·0	2	„
—	—		2466·8	1	„	—	—	
—	—		2462·25	5	„	2462·2	5	„
—	—		2461·4	2	„	—	—	
—	—		2460·4	4	„	2459·8	5	„
—	—		2458·9	2	„	—	—	
—	—		2453·36	7	„	2453·0	7	„
2447·94	2		2447·94	8	„	2447·4	9	„
—	—		2446·45	5	„	2445·7	4	„
—	—		2445·6	2	„	—	—	
—	—		2444·3	5	„	2443·9	5	„
—	—		2439·6	1	undeutlich	—	—	
2437·84	4		2437·84	10	scharf	2437·3	9	„
—	—		2436·5	1	verschwommen	—	—	
—	—		2434·7	1	scharf	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		2433·6	1	scharf	—	—	
—	—		2432·3	1	„	—	—	
—	—		2430·25	2	„	—	—	
—	—		2429·6	7	„	2429·8	9	Hartley und Adeney
—	—		2428·3	5	„	2428·8	4	„
—	—		2424·2	1	„	—	—	
—	—		2422·4	3	„	2422·8	4	„
—	—		2420·10	8	„	2419·9	7	„
—	—		2415·43	2	„	2414·5	1	„
2413·26	4		2413·20	10	„	2413·3	9	„
—	—		2411·37	8	„	2411·3	8	„
—	—		2410·6	1	„	2409·3	1	„
—	—		2410·2	4	„	—	—	
—	—		2409·0	2	verbreitert	—	—	
—	—		2406·6	1	scharf	2406·4	2	„
—	—		2405·0	4	„	2404·5	2	„
—	—		2402·6	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2399·3	1	scharf	—	—	
—	—		2395·64	5	„	2395·7	2	„
—	—		2392·94	2	verbreitert	2393·3	1	„
—	—		2390·56	5	scharf	2390·8	5	„
—	—		2387·0	2	„	—	—	
						2386·7	2	„
—	—		2386·6	2	„	2386·2	2	„
—	—		2383·3	4	„	2383·6	2	„
—	—		2382·2	3	„	—	—	
—	—		2380·9	1	„	—	—	
—	—		2379·4	1	„	—	—	
2375·1	10	sehr unscharf	2375·3	2	Maximum einer Bande	2375·5	6	„
—	—		2373·8	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2368·7	1	„	—	—	
—	—		2365·8	3	scharf	2365·8	4	„
—	—		2364·9	2	„	2364·3	5	„
—	—		2364·1	4	„	—	—	
—	—		2362·3	4	„	2362·3	5	„
—	—		2360·4	1	unscharf	—	—	
—	—		2358·86	6	ziemlich scharf	2359·2	5	„
—	—		2357·94	8	scharf	2358·1	7	„
—	—		2356·8	1	unscharf	-	—	
—	—		2348·3	2	scharf	—	—	
—	—		2343·8	1	„	—	—	
—	—		2343·5	3	„	2343·7	1	„
—	—		2341·8	2	„	2342·1	1	„
—	—		2340·7	1	undeutlich	—	—	
—	—		2339·1	2	scharf	2339·2	1	„
—	—		2337·9	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2332·9	1	„	—	—	
—	—		2331·9	2	scharf	2332·5	1	„
2331·41	4		2331·34	8	„	2331·7	9	„
—	—		2327·4	1	„	—	—	
—	—		2325·0	4	„	2325·8	7	„
2324·73	4		2324·69	8	„	2325·3	9	„
—	—		2321·6	2	„	2322·3	4	„
2320·31	4		2320·24	8	„	2320·6	9	„
—	—		2319·2	1	unscharf	2319·5	2	„
—	—		2318·6	1	scharf	—	—	
2317·10	4		2317·03	8	„	2317·4	9	„

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		2316·1	1	undeutlich		—	
2312·5	8	sehr scharf	—	—			—	
2309·74	10	umgekehrt	2309·7	4	verbreitert	2310·1	4	Hartley und Adeney
—	—		2296·8	2	scharf	2296·8	2	„
—	—		2296·1	2	„			
—	—		2291·0	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2286·5	3	scharf	2286·7	1	„
—	—		2282·5	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2280·0	8	scharf	2280·7	9	„
—	—		2278·9	4	ziemlich scharf	2277·8	2	„
—	—		2277·4	2	„	—	—	
—	—		2275·4	5	„	2275·3	2	„
—	—		2273·3	2	scharf	—	—	
—	—		2257·3	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2253·5	4	scharf	2254·1	4	„
—	—		2250·2	1	„	—	—	
2248·79	4		2248·80	6	„	2249·9	7	„
2246·46	4		2246·46	5	„	2247·6	7	„
—	—		2243·5	2	unscharf	—	—	
—	—		2241·9	1		—	—	
—	—		2241·4	2		—	—	
—	—		2240·5	2	verbreitert	—	—	
—	—		2238·5	2	scharf	—	—	
—	—		2229·6	5	ziemlich scharf	2230·6	5	„
—	—		2228·7	3	„	—	—	
—	—		2226·2	3	„	—	—	
—	—		2223·2	1	scharf	—	—	
—	—		2220·9	1	undeutlich	—	—	
—	—		2219·7	1	scharf	—	—	
—	—		2211·3	3	„	—	—	
—	—		2208·6	3	„	—	—	
—	—		2206·2	3	ziemlich scharf	2206·0	1	„
—	—		2204·7	1	undeutlich	—	—	
—	—		2203·7	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2202·3	3	verschwommen	2202·0	1	„
—	—		2192·1	1	undeutlich	—	—	
—	—		2187·0	3	ziemlich scharf	2186·0	4	„
—	—		2173·6	1	verschwommen	—	—	
—	—		2171·9	1	„	—	—	
—	—		2171·0	1	„	—	—	
—	—		2169·6	1		—	—	
—	—		2166·6	4	scharf	2165·8	2	„
—	—		2162·1	2	„	2161·3	1	„
—	—		2149·3	1	„	—	—	
—	—		2145·71	3	ziemlich scharf[1])	2145·4	4	„
—	—		2144·9	1	„	—	—	
—	—		2129·3	1		—	—	
—	—		2125·5	1	verbreitert	—	—	
—	—		2120·5	4	scharf	2119·0	1	„
—	—		2113·9	3	„	2112·0	1	„
—	—		2106·7	2	„	—	—	
—	—		2084·3	1	verbreitert	—	—	
—	—		2081·5	1	„	—	—	
—	—		2075·9	1	„	—	—	
—	—		2066·2	4	scharf	—	—	
—	—		2056·9	1	sehr schwach	—	—	
—	—		2053·9	1	undeutlich	—	—	

[1]) Coïncidiert mit Cu.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		2053·2	1	undeutlich	—	—	
—	—		2033·1	2	verschwommen	—	—	
—	—		2016·1	2	scharf	—	—	
—	—		2000·6	2	„	—	—	
—	—		1999·6	2	ziemlich scharf[1])	—	—	
—	—		1993·5	1	„	—	—	
—	—		1675·2	1	„	—	—	

[1]) Coïncidiert mit Cu.

Die Spectren des Goldes.

Auffallender Weise ist das Spectrum des Goldes am wenigsten von den Spectren der Elementengruppe Kupfer, Silber, Gold bekannt. Ausser den Messungen am Funkenspectrum im optisch hellen Theile von Huggins, Thalén und Kirchhoff, wobei nur die sechs stärksten Linien bestimmt wurden, hatte Lecoq de Boisbaudran [1]) Beobachtungen an dem zwischen Chlorgoldlösungen überspringenden Funken angestellt. Gerhard Krüss zeigte in seiner Habilitationsschrift: «Untersuchung über das Atomgewicht des Goldes» (München 1886 [2]), dass die Lecoq'schen Linien theilweise den Verunreinigungen des Goldes zukommen; jedoch erstrecken sich alle diese Angaben nur auf den sichtbaren Theil. Das Bogenspectrum des Goldes studierten Kayser und Runge eingehend von $\lambda = 6278$ bis weit ins Ultraviolett, $\lambda = 2283$, mit grosser Genauigkeit, dagegen wurde das ultraviolette Funkenspectrum noch niemals ausgemessen. Deshalb führten wir eine vollkommene Untersuchung des Funkenspectrums von Gold unter denselben Versuchsbedingungen wie bei Kupfer und Silber durch, indem wir den Funken in einer Wasserstoffatmosphäre zwischen Elektroden von metallischem Golde überspringen liessen und Gegenversuche mit Goldfunken an der Luft anstellten. Im ersteren Falle bildet sich ein dunkelbrauner pulveriger Beschlag an den Elektroden, welcher beim Glühen derselben in der Flamme des Bunsenbrenners die reine Goldfarbe annimmt. Ein ähnliches Verhalten zeigten auch Kupfer- und Silberelektroden; wenn man im Wasserstoffe den Funken überschlagen lässt, bedecken sie sich in kurzer Zeit mit einem braunen Beschlage, der beim Glühen wieder die Farbe des Metalles annimmt. Da wir absolut reines Wasserstoffgas benützten, kann die Bildung dieses Beschlages nur durch den Wasserstoff selbst verursacht sein. Wahrscheinlich entsteht eine Verbindung des betreffenden Metalles mit Wasserstoff.

Auf die Reinigung des Goldes, welches wir zu unseren Versuchen verwendeten, legten wir grossen Wert; wir bezogen «chemisch reines Gold» vom kaiserlichen Münzamte und unterzogen es jener Reinigung von Silber und den Metallen der Platingruppe, welche Krüss eingehend (a. a. O.) für das von ihm zur Atomgewichtsbestimmung verwendete Gold beschreibt. Wir lösten das obige Feingold in Königswasser, dampften die Lösung zur Trockene ein, nahmen den Rückstand in Wasser auf, wobei sich etwas $AgCl$ abschied und fällten die filtrierte Lösung mit Eisenvitriol. Das gefällte, gut gewaschene Gold wurde abermals gelöst und mit Oxalsäure aus der wie oben behandelten Lösung gefällt. Aus dem so behandelten Golde stellten wir abermals eine Chlorgoldlösung her, aus der wir das Gold durch Einleiten von schwefeliger Säure niederschlugen. Durch diese Behandlung wird das Gold von Spuren von Silber, Platin, Iridium, Palladium, Osmium, Rhodium und Ruthenium befreit, was sehr wichtig ist, denn Krüss wies nach, dass Lecoq Verunreinigungen der letztgenannten Elemente in seinen Gold-

[1]) «Spectres lumineux», Paris 1894.
[2]) Im Auszuge daselbst publicierte Spectralbeobachtungen.

lösungen hatte. Die Messungen von G. Krüss sind mit sehr kleiner Dispersion angestellt, ähnlich wie jene von Lecoq, sind demzufolge auf mehrere Angström'sche Einheiten ungenau, aber aus einem anderen Grunde interessant, weil er wirklich vollständig reines Gold verwendete und auf Grund seiner Beobachtungen die Linien Lecoq's $\lambda = 5601$, 5230, 5210, 4437, 4338, 4064 von der Liste der Goldlinien strich, indem er folgende Linien theils den Platinmetallen, theils dem Stickstoffe (Luftspectrum) zuschrieb, u. zw.: 5601 (Pd.), 5228 (Pt), 5210 (Pd), 4442 (Pt), 4355 (N), 4064 (N).

Aus unseren eigenen Beobachtungen, welche wir am Gitterspectrographen vornahmen und welche naturgemäss eine weit grössere Genauigkeit der Wellenlängebestimmungen ergaben, geht hervor, dass die Lecoq'schen Goldlinien $\lambda = 5601$, 5210, 4442 und 4345 thatsächlich nicht dem Golde angehören; dagegen befand sich Krüss bezüglich der Linie $\lambda = 4064$ (recte 4065) im Irrthume, wenn er sie für eine Luftlinie hielt, denn sie tritt auch in einer reinen Wasserstoffatmosphäre als deutliche Linie auf, welche auf der Bromsilbergelatine-Platte sogar als sehr kräftige Hauptlinie erscheint.

Die geringe Dispersion des Apparates, mit dem Krüss arbeitete, die thatsächliche Nähe einer hellen Luftlinie und die Unsicherheit der Beobachtung mit dem Auge sind die leicht erklärlichen Ursachen dieses Irrthums, welcher sich durch Anwendung der photographischen Beobachtungsmethode leicht vermeiden lässt

Huggins führt beim Funkenspectrum des Goldes mehr rothe Linien an als andere Beobachter; es sind dies die Linien $\lambda = 6710$, 6670, 6660, 6457, 6428, 6304, 6291; Thalén, Kirchhoff, Krüss und wir selbst beobachteten die ersten deutlichen Linien von $\lambda = 6278{\cdot}3$ an; trotzdem bezweifeln wir nicht die Existenz der Huggins'schen Linien, denn dieser Beobachter hatte seine Untersuchungen beim Golde in allen von ihm beobachteten Bezirken sehr sorgfältig angestellt und führt viele Linien in seinem Goldspectrum an, welche andere Beobachter bisher auch nicht angaben, aber von uns unzweifelhaft nachgewiesen wurden. Jedenfalls sind die Huggins'schen rothen Lnien nur schwach und unbedeutend. Erst von $\lambda = 6278{\cdot}3$ ab wird die Helligkeit des Goldspectrums bemerkenswert und werden die Linien charakteristisch.

Das Funkenspectrum des Goldes weicht, wie der Vergleich unserer Messungen mit den Kayser und Runge'schen Angaben am Bogenspectrum ergibt, sehr stark von letzterem ab. Es finden sich allerdings fast alle Goldlinien des Bogenspectrums im Funken wieder, zumeist mit gesteigerter Intensität und wesentlich schärfer; aber es treten äusserst zahlreiche, intensive Hauptlinien im Funkenspectrum auf, welche im Bogenspectrum entweder ganz fehlen oder als sehr schwache Linien angedeutet sind. Diese neu auftretenden Linien zeigen öfters eine solche Helligkeit, dass sie die im Bogen und Funken gemeinsamen Goldlinien an Helligkeit weit übertreffen (s. Tabelle). Ein Beispiel für den Intensitätswechsel der Linien gibt die Goldlinie $\lambda = 3898$. Dieselbe ist eine verbreiterte Nebenlinie im Bogenspectrum, dagegen eine scharfe Hauptlinie grösster Helligkeit im Funkenspectrum; daran anschliessend finden wir im Funken ein wohl definiertes, aus zahlreichen scharfen Linien bestehendes Goldspectrum, welches viele charakteristische Linien enthält, während in Kayser und Runge's Tabelle bis 3553·72 keine einzige Linie angeführt ist. Ferner ist das Linienspectrum im Ultraviolett äusserst linienreich und von compliciertem Bau; wir konnten circa 660 Linien im Ultraviolett ausmessen, während Kayser und Runge vom Bogenspectrum nur 57 Linien angeben.

Beim Goldspectrum, sowohl im Wasserstoffe als auch an der Luft, besonders aber im ersteren Falle, in welchem die Metallgoldlinien durchschnittlich schwächer erscheinen als unter sonst gleichen Bedingungen an der atmosphärischen Luft, treten Variationen auf, je nach der Stärke des Inductionsfunkens, zum Beispiel bei 4 Ampère oder andererseits 8 bis 10 Ampère, bei Einschaltung von vielen Flaschen oder von kleinen Condensatoren, weit oder eng gestellten Elektroden.

Bei Gold fiel uns dies besonders auf, ist aber auch bei Kupfer und Silber, wenn auch nicht im selben Masse, zu constatieren; bei Kupfer in besonders geringem Masse. Beim Goldfunkenspectrum

traten im starken Flaschenfunken Linien auf, welche im schwachen Funken selbst bei längerer Exposition fehlen oder wenigstens sehr lichtschwach sind.

Diese Linien gewinnen bei starkem Funken enorm an Intensität und überholen viele mittelstarke Linien oder solche, deren Intensität früher überwog, so dass Linien von $i = 2$ bis 4 in beiden Fällen gleich bleiben, ebenso die stärksten Hauptlinien, während andere Linien von $i = 0$ auf $i = 5$ bis 6 anwachsen.

Beim Funkenspectrum des Goldes beobachteten wir eine auffallende Erscheinung. Es traten im Ultraviolett eine grosse Anzahl feiner Linien auf, deren Intensität, beziehungsweise Anwesenheit von der Stromstärke beeinflusst wird.

Bei mässig starkem Flaschenfunken (grosses Ruhmkorff'sches Inductorium, 2 Ampère Strom, 3 kleine Leydenerflaschen) treten im Ultraviolett zahlreiche Linien auf, welche auch im stärksten Flaschenfunken vorhanden sind (dasselbe Inductorium mit 4 grossen Plattencondensatoren und Strom von 8 bis 10 Ampère in der Primärspule), während im stärksten Flaschenfunken überdies zahlreiche andere Linien auftreten. Insoweit würde dieses Verhalten nichts Merkwürdiges bieten, denn dies ist eine sehr häufig auftretende Erscheinung bei den Funkenspectren der Metalle; dagegen ist es auffallend, dass im stärksten Flaschenfunken Goldlinien mit sehr grosser Intensität dazu kommen, welche an Helligkeit die bei mässig starkem Funken auftretenden Linien weit übertreffen; so zum Beispiel konnten wir die Linie $\lambda = 3280 \cdot 80$ ($i = 5$) nicht im mässig starken, sondern nur im stärksten Flaschenfunken erhalten, während viel schwächere Linien beiden Spectren gemeinsam sind. Ähnliches gilt von anderen Goldlinien. Im Bezirke $\lambda = 4000$ bis 3300 haben wir vergleichende Messungen bei einigen hundert Linien angestellt und an zahlreichen derselben notiert (s. Tabelle), welche bei mässig starkem und welche im stärksten Flaschenfunken auftreten; genaue Sonderung ist nicht gut möglich, weil die Grenze der Existenzbedingung dieser zeitweilig auftretenden Linien keine enggestreckte ist; jedoch scheint es uns bemerkenswert, dass beim Funkenspectrum des Goldes je nach der Stromstärke und Spannung dasselbe stärkeren Schwankungen unterworfen ist, als es uns bisher vorkam. Insbesondere hervorzuheben ist aber, dass bei Vermehrung der Stromstärke ein Verschwinden anderer Linien des Goldspectrums, welche dem weniger starken Flaschenfunken zukamen, von uns nicht beobachtet wurde, so dass die Funkenspectren des Goldes unter verschiedenen Verhältnissen immer noch viel ähnlicher sind, als Bogen- und Funkenspectrum der meisten Elemente unter sich.

Im Ganzen beobachteten wir circa 660 Goldlinien im Funkenspectrum, wovon 50 dem Funken- und Bogenspectrum gemeinsam, über 500 aber neue Linien sind.

Funkenspectrum des Goldes.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
6278·37	4		6278·37	3		6276·7	8	Thalén, Huggins, Krüss
—	—		5961·40	2		5960·2	6	„ „ „
5957·24	4		5957·24	2		5955·2	6	„ „ „
—	—		5921·43	1	undeutlich	5920	1	Huggins, Krüss
—	—		5881·57	1	verbreitert	5880	1	„ „
5863·17	4		5863·23	3	scharf	5862	2	„ „
5837·64	5		5837·69	6	„	5836·1	10	Thalén, Huggins, Krüss
—	—		5819·64	1	verschwommen	—	—	
—	—		5789·11	2	verbreitert	5790	1	Huggins
—	—		5767·46	1	undeutlich	—	—	
—	—		5762·21	1	verschwommen	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Name
—	—		5760·14	5	ziemlich scharf	5758	1	
—	—		5742·25	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		5732·52	2	unscharf	—	—	
—	—		5730·88	1	sehr undeutlich	—	—	
—	—		5727·11	3	scharf	5725	1	Lecoq de Boisbau-
—	—		5711·14	4	verbreitert	—	—	dran[1] [2]), Krüss
—	—		5692·49	1	undeutlich	—	—	
—	—		5688·70	3	scharf	—	—	
—	—		5679·65	1	undeutlich	—	—	
—	—		5666·82	1	„	—	—	
—	—		5662·90	1	„	—	—	
5656·0	—		5655·95	6	scharf	5653	1	Huggins, Lecoq de
—	—		5651·02	1	verschwommen	—	—	Boisbaudran, Krüss
—	—		5649·44	1	„	—	—	
—	—		5648·11	1	stark verbreitert	—	—	
—	—		5645·91	3	„	—	—	
—	—		5644·51	3	unscharf	—	—	
—	—		5641·61	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5619·99	1	unscharf	—	—	
—	—		5600·36	2	verbreitert	—	—	
—	—		5598·48	4	verschwommen	—	—	
—	—		5594·50	3	verbreitert	—	—	
—	—		5593·93	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5591·49	2	verbreitert	—	—	
—	—		5688·08	4	sehr verbreitert	—	—	
—	—		5585·87	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		5578·72	5	stark verbreitert	5580	1	Huggins, Krüss
—	—		5576·42	1	verbreitert	—	—	
—	—		5566·92	1	verschwommen	—	—	
—	—		5565·38	2	sehr verbreitert	—	—	
—	—		5559·82	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5550·47	1	„	—	—	
—	—		5543·93	4	verschwommen	—	—	
—	—		5532·69	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5520·67	3	„	—	—	
—	—		5514·60	1	sehr verschwommen	—	—	
—	—		5511·70	1	„	—	—	
—	—		5506·42	1	„	—	—	
—	—		5495·86	1	undeutlich	—	—	
—	—		5487·87	1	verschwommen	—	—	
—	—		5465·87	1	„	5463	—	Krüss
—	—		5428·64	3	scharf	—	—	
—	—		5423·66	1	verschwommen; verbreitert	—	—	
—	—		5418·77	1	„	5418	—	Lecoq de Boisbau-
—	—		5413·42	3	scharf	—	—	dran[2])
—	—		5409·80	1	„	—	—	
—	—		5394·69	3	sehr verschwommen	—	—	
—	—		5383·73	1	verschwommen	—	—	
—	—		5381·38	2	„	—	—	
—	—		5363·63	2	„	—	—	
—	—		5355·05	2	„	—	—	
—	—		5351·36	1	ganz verschwommen	—	—	
—	—		—	—		5294	—	Krüss
—	—		5269·41	1	verbreitert	—	—	
—	—		5265·83	1	„	—	—	Lecoq de Boisbau-
—	—		5262·05	3	scharf	5259	—	dran[1]) Krüss

[1]) Von Lecoq de Boisbaudran im Funkenspectrum einer Chlorgoldlösung beobachtet.
[2]) Von Lecoq de Boisbaudran im Flammenspectrum des Chlorgoldes beobachtet.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
5230·47	4		5230·53	8	scharf[1])	5230·2	10	Thalén (Huggins)
—	—		5203·21	1	„[2])	—	—	
—	—		5147·76	3	„	—	—	
—	—		5142·62	1	undeutlich	5143	—	Lecoq de Boisbaudran[3])[4])
—	—		5108·20	2	sehr verschwommen	—	—	
—	—		5087·87	1	verbreitert	—	—	
5064·75	2		5064·76	5	ziemlich scharf	5067	1	Huggins, Lecoq de Boisbaudran, Krüss
—	—		5041·83	1	undeutlich	—	—	
—	—		5016·51	1	„	—	—	
—	—		5005·10	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		5001·39	2	„	—	—	
—	—		4973·63	1	undeutlich	—	—	
—	—		4949·05	2	verschwommen	—	—	
—	—		4920·50	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4902·45	4	„	—	—	
—	—		4828·70	1	„	—	—	
—	—		4813·58	2	ganz verschwommen	—	—	
—	—		4811·57	5	scharf	4811	1	Huggins, Krüss
4792·79	3		4792·79	8	stark verbreitert[2])	4792·1	6	Thalén, Huggins, Krüss
—	—		4760·34	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4753·90	3	„	—	—	
—	—		4715·43	1	„	—	—	
—	—		4712·92	2	„	—	—	
—	—		4701·63	2	„	—	—	
—	—		4698·50	3	„	—	—	
—	—		4696·12	2	„	—	—	
—	—		4686·96	1	„	—	—	
—	—		4684·30	6	„	—	—	
—	—		4683·84	6	scharf	—	—	
—	—		4679·21	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4673·24	6	scharf	—	—	
—	—		4649·96	3	stark verbreitert	—	—	
—	—		4643·26	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4640·72	1	„	—	—	
—	—		4637·37	3	„	—	—	
—	—		4633·23	3	„	—	—	
—	—		4630·58	3	„	—	—	
—	—		4627·98	3	„	—	—	
—	—		4622·02	2	stark verbreitert	—	—	
—	—		4614·85	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4614·19	1	„	—	—	
—	—		4611·98	1	„	—	—	
—	—		4607·80	6	„	4608	—	Lecoq de Boisbaudran[4]), Krüss
—	—		4601·57	2	„	—	—	
—	—		4587·91	7	stark verbreitert	—	—	
—	—		4583·87	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4582·05	4	„	—	—	
—	—		4577·74	2	„	—	—	
—	—		4576·15	2	„	—	—	
—	—		4573·14	1	„	—	—	
—	—		4570·85	1	„	—	—	
—	—		4559·05	6	verbreitert	—	—	
—	—		4549·64	6	„	—	—	
—	—		4543·86	3	„	—	—	

[1]) Krüss bestreitet die Zugehörigkeit dieser Linie zu Gold — jedoch mit Unrecht.
[2]) In dem mittelst der Wood'schen Rolle erhaltenen Funkenspectrum einseitig nach Roth verbreitert.
[3]) Von Lecoq de Boisbaudran im Flammenspectrum des Chlorgoldes beobachtet.
[4]) Von Lecoq de Boisbaudran im Funkenspectrum einer Chlorgoldlösung beobachtet.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		4541·40	4	scharf	—	—	
—	—		4523·20	4	verschwommen	—	—	
—	—		4492·49	2	„	—	—	
4488·46	4		4488·43	8	scharf	4489	3	Huggins, Lecoq, Krüss
4437·44	4		4437·37	4	„ [1]	4437	8	„ „ „
—	—		4420·69	3	„	—	—	
—	—		4410·55	2	unscharf	—	—	
—	—		4395·72	3	„	—	—	
—	—		4382·25	2	„	—	—	
—	—		4373·70	2	scharf	—	—	
—	—		4370·46	8	„	—	—	
4364·72	1		—	—		—	—	
—	—		4328·65	1	„	—	—	
—	—		4315·34	8	„	4314 4315	— 8	Lecoq de Boisb. [2] Krüss
—	—		4310·70	1	unsicher	—	—	
—	—		4309·21	1	„	—	—	
—	—		4303·15	1	„	—	—	
—	—		4292·80	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4290·20	1	unscharf	—	—	
—	—		4280·60	1	„	—	—	
—	—		4279·24	1	verschwommen	—	—	
—	—		4276·0	1	„	—	—	
—	—		4260·01	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4255·0	3	verschwommen	—	—	
4241·99	2		4241·95	3	unscharf	—	—	
—	—		4221·87	2	sehr verbreitert	—	—	
—	—		4219·11	1	verbreitert	—	—	
—	—		4211·0	2	„	—	—	
—	—		4199·54	2	„	—	—	
—	—		4186·29	2	„	—	—	
—	—		4184·65	1	„	—	—	
—	—		4175·28	3	sehr verbreitert	—	—	
—	—		4172·90	2	verbreitert	—	—	
—	—		4171·42	2	„	—	—	
—	—		4170·0	1	„	—	—	
—	—		4142·30	1	unscharf	—	—	
—	—		4128·80	1	verschwommen	—	—	
—	—		4162·31	2	„	—	—	
—	—		4118·52	1	undeutlich	—	—	
—	—		4089·95	2	verschwommen	—	—	
4084·26	2		4084·31	4	ziemlich scharf	—	—	
—	—		4076·60	3	scharf	—	—	
—	—		4070·76	1	„	—	—	
4065·22	—		4065·20	10	scharf; Hauptlinie	4064	—	Lecoq de Boisbaudran
—	—		4053·0	6	scharf	—	—	
4041·07	2		4041·07	4	„	—	—	
—	—		4028·66	2	„	—	—	
—	—		4021·83	1	verschwommen	—	—	
—	—		4020·86	1	„	—	—	
—	—		4016·27	8	scharf	—	—	
—	—		4012·87	2	„	—	—	
—	—		4010·63	1	„	4009	—	Krüss
—	—		4002·57	3	ziemlich scharf *	—	—	
—	—		4001·60	3	„ *	—	—	

[1] In dem mittelst der Wood'schen Rolle erhaltenen Funkenspectrum einseitig nach Roth verbreitert.
[2] Von Lecoq de Boisbaudran im Funkenspectrum einer Chlorgoldlösung beobachtet.
* Die mit * bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche im schwachen und sehr starken Flaschenfunken auftreten.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		3996·96	1	scharf *	—	—	
—	—		3991·64	1	„ *	—	—	
—	—		3990·0	1	„ *	—	—	
—	—		3986·48	1	verschwommen *	—	—	
—	—		3986·04	1	„ *	—	—	
—	—		3084·18	1	„	—	—	
—	—		3982·87	2	„	—	—	
—	—		3979·72	3	„ *	—	—	
—	—		3976·80	3	„ *	—	—	
—	—		3971·80	3	„ **	—	—	
—	—		3959·35	5	scharf **	—	—	
—	—		3950·19	2	„ *	—	—	
—	—		3945·69	2	sehr verschwommen *	—	—	
—	—		3945·19	1	„	—	—	
—	—		3937·80	1	„ *	—	—	
—	—		3936·42	1	verschwommen *	—	—	
—	—		3933·16	4	ziemlich scharf *	—	—	
—	—		3927·82	3	„	—	—	
—	—		3922·66	1	„ *	—	—	
—	—		3920·28	1	„ *	—	—	
—	—		3919·08	1	verschwommen **	—	—	
—	—		3916·15	6	scharf **	—	—	
—	—		3915·03	2	„ *	—	—	
3909·54	2		3909·60	3	sehr scharf *	—	—	
—	—		3903·47	2	„ *	—	—	
—	—		3900·72	2	ziemlich scharf *	—	—	
3898·04	4	verbreitert	3898·03	10	scharf; Hauptlinie *	—	—	
—	—		3895·65	1	unscharf *	—	—	
—	—		3893·52	1	verschwommen *	—	—	
—	—		3892·65	3	scharf *	—	—	
—	—		3889·58	2	unscharf *	—	—	
—	—		3880·34	3	scharf *	—	—	
—	—		3877·45	4	„ **	—	—	
—	—		3874·96	4	„ *	—	—	
—	—		3872·81	2	„ **	—	—	
—	—		3868·50	2	verschwommen *	—	—	
—	—		3865·70	4	ziemlich scharf[1] *	—	—	
—	—		3859·53	3	„ **	—	—	
—	—		3856·60	2	ganz verschwommen	—	—	
—	—		3853·76	6	scharf **	—	—	
—	—		3845·02	4	„ **	—	—	
—	—		3839·60	1	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3838·66	1	„ **	—	—	
—	—		3837·70	1	undeutlich **	—	—	
—	—		3834·42	1	„ **	—	—	
—	—		3831·31	4	scharf **	—	—	
—	—		3829·52	3	„ **	—	—	
—	—		3828·56	2	„ **	—	—	
—	—		3825·87	8	„ **	—	—	
—	—		3823·20	4	„ **	—	—	
—	—		3822·11	6	„ **	—	—	
—	—		3820·45	2	„ **	—	—	
—	—		3816·50	5	„ *	—	—	
—	—		3814·30	2	verschwommen **	—	—	
—	—		3811·60	2	„ **	—	—	

* Die mit * bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche im schwachen und sehr starken Flaschenfunken auftreten.

** Die mit ** bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche nur im stärksten Flaschenfunken auftreten.

[1]) Diese Linie coïncidiert mit einer Linie der Cd + Pb + Zn-Legierung.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		3810·41	2	undeutlich **	—	—	
—	—		3806·95	2	sehr verbreitert **	—	—	
—	—		3804·22	4	scharf *	—	—	
—	—		3800·75	3	„ **	—	—	
—	—		3799·44	2	verschwommen **	—	—	
—	—		3796·15	3	„	—	—	
—	—		3787·37	2	scharf **	—	—	
—	—		3783·30	2	„ **	—	—	
—	—		3780·13	5	„ **	—	—	
—	—		3777·25	2	„ **	—	—	
—	—		3773·31	4	„ **	—	—	
—	—		3771·12	3	„ **	—	—	
—	—		3770·14	4	„ **	—	—	
—	—		3765·76	4	„ **	—	—	
—	—		3765·10	3	„ **	—	—	
—	—		3763·10	2	„ **	—	—	
—	—		3759·03	3	„	—	—	
—	—		3754·85	3	„ *	—	—	
—	—		3752·90	3	„ **	—	—	
—	—		3746·5	1	sehr undeutlich **	—	—	
—	—		3744·54	2	scharf **	—	—	
—	—		3736·82	2	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3732·68	2	scharf **	—	—	
—	—		3730·92	2	„ **	—	—	
—	—		3724·46	2	„ **	—	—	
—	—		3718·02	2	„ *	—	—	
—	—		3716·89	1	„ **	—	—	
—	—		3714·96	1	„ **	—	—	
—	—		3708·30	4	„ **	—	—	
—	—		3706·99	4	„ *	—	—	
—	—		3702·49	3	„ **	—	—	
—	—		2698·65	2	„ **	—	—	
—	—		3695·68	2	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3694·14	2	verschwommen **	—	—	
—	—		3691·66	2	scharf **	—	—	
—	—		3690·18	1	„ **	—	—	
—	—		3687·60	3	„ **	—	—	
—	—		3686·21	2	„ **	—	—	
—	—		3684·0	1	sehr undeutlich **	—	—	
—	—		3681·39	2	verbreitert **	—	—	
—	—		3677·62	1	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3676·62	1	„ **	—	—	
—	—		3675·11	1	„ **	—	—	
—	—		3674·0	1	„ **	—	—	
—	—		3672·93	2	scharf **	—	—	
—	—		3671·34	2	„ **	—	—	
—	—		3664·61	1	„ **	—	—	
—	—		3663·70	1	„ **	—	—	
—	—		3662·57	1	„ **	—	—	
—	—		3661·79	1	„ **	—	—	
—	—		3658·05	1	„ **	—	—	
—	—		3657·35	2	„ **	—	—	
—	—		3654·56	1	„ **	—	—	
—	—		3654·22	2	„ **	—	—	
—	—		3653·66	3	„ **	—	—	
—	—		3650·93	2	„ *	—	—	

* Die mit * bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche im schwachen und sehr starken Flaschenfunken auftreten.
** Die mit ** bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche nur im stärksten Flaschenfunken auftreten.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		3649·25	4	scharf **	—	—	
—	—		3647·90	1	„ **	—	—	
—	—		3642·66	2	verschwommen *	—	—	
—	—		3637·57	3	scharf *	—	—	
—	—		3635·21	4	„ *	—	—	
—	—		3633·40	5	„ *	—	—	
—	—		3632·81	2	„ *	—	—	
—	—		3631·02	1	„ **	—	—	
—	—		3627·47	1	verschwommen **	—	—	
—	—		3625·32	2	„ **	—	—	
—	—		3623·73	3	scharf **	—	—	
—	—		3622·93	6	„ **	—	—	
—	—		3620·13	1	verschwommen	—	—	
—	—		3620·11	2	„ *	—	—	
—	—		3614·17	3	scharf **	—	—	
—	—		3610·95	1	„ **	—	—	
—	—		3607·59	3	„ *	—	—	
—	—		3604·94	2	„ **	—	—	
—	—		3601·17	4	„ **	—	—	
—	—		3598·28	2	verschwommen *	—	—	
—	—		3594·20	2	scharf **	—	—	
—	—		3591·90	2	„ **	—	—	
—	—		3586·66	7	scharf; Hauptlinie *	—	—	
—	—		3581·45	4	sehr unscharf *	—	—	
—	—		3576·11	1	scharf **	—	—	
—	—		3573·94	1	undeutlich	—	—	
—	—		3565·99	2	ziemlich scharf *	—	—	
—	—		3557·13	2	sehr verschwommen *	—	—	
—	—		3555·58	3	scharf **	—	—	
3553·72	2		3553·72	6	„ *	—	—	
—	—		3549·26	2	„ **	—	—	
—	—		3548·26	1	„ **	—	—	
—	—		3541·71	3	„ **	—	—	
—	—		3539·18	3	verschwommen **	—	—	
—	—		3528·25	2	„ **	—	—	
—	—		3523·42	3	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3516·40	1	verschwommen **	—	—	
—	—		3515·19	1	„ **	—	—	
—	—		3506·17	1	„ **	—	—	
—	—		3504·62	1	„ **	—	—	
—	—		3501·85	1	„ **	—	—	
—	—		3496·08	2	scharf **	—	—	
—	—		3492·99	1	„ **	—	—	
—	—		3487·34	1	ziemlich scharf **	—	—	
—	—		3484·60	1	„ **	—	—	
—	—		3476·58	1	unscharf **	—	—	
—	—		3474·36	1	verschwommen **	—	—	
—	—		3471·76	1	scharf **	—	—	
—	—		3470·47	1	„ **	—	—	
3467·19	1	verbreitert	—	—		—	—	
—	—		3452·27	2	„ **	—	—	
—	—		3437·32	1	„ **	—	—	
—	—		3410·97	1	verschwommen **	—	—	
—	—		3400·28	2	scharf **	—	—	
—	—		3398·95	2	„ [1]) **	—	—	

* Die mit * bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche im schwachen und sehr starken Flaschenfunken auftreten.
** Die mit ** bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche nur im stärksten Flaschenfunken auftreten.
[1]) Diese Linie coïncidiert mit einer Linie in der Cd + Pb + Zn-Legierung.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		3393·87	1	scharf *	—	—	
—	—		3383·05	3	„	—	—	
—	—		3382·26	1	„ *	—	—	
—	—		3360·47	2	verschwommen **	—	—	
—	—		3358·61	1	scharf *	—	—	
—	—		3355·35	1	„ **	—	—	
—	—		3331·74	1	„ **	—	—	
3320·32	4	verbreitert nach Roth	3320·32	2	verbreitert *	—	—	
—	—		3310·34	2	scharf **	—	—	
3308·42	5		3308·36	3	„ *	—	—	
—	—		3286·56	2	stark verbreitert **	—	—	
—	—		3280·72	6	scharf	—	—	
—	—		3277·88	2	verschwommen **	—	—	
—	—		3273·84	4	verbreitert **	—	—	
—	—		3271·63	2	„ **	—	—	
—	—		3270·17	2	„ *	—	—	
—	—		3266·96	4	ziemlich scharf *	—	—	
3265·18	2		3265·18	4	„ *	—	—	
—	—		3253·86	2	stark verbreitert **	—	—	
—	—		3251·73	2	verbreitert **	—	—	
—	—		3243·34	2	„ **	—	—	
3230·73	4	verbreitert	3230·73	8	scharf; Hauptlinie *	—	—	
—	—		3228·0	5	scharf **	—	—	
—	—		3223·03	2	verschwommen	—	—	
—	—		3221·94	4	scharf	—	—	
—	—		3219·59	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3217·69	2	scharf	—	—	
—	—		3216·14	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3212·0	1	„	—	—	
—	—		3211·03	4	„	—	—	
3204·81	4	„	3204·75	8	scharf; Hauptlinie *	—	—	
3194·82	4	„	3194·90	5	scharf *	—	—	
3181·90	1	„	—	—		—	—	
—	—		3165·02	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3156·73	5	scharf	—	—	
—	—		3146·52	3	„	—	—	
—	—		3145·77	1	„	—	—	
—	—		3138·93	3	verschwommen	—	—	
—	—		3133·18	2	„	—	—	
—	—		3131·75	1	„	—	—	
—	—		3129·86	2	„	—	—	
3127·03	1	„	3127·24	4	scharf *	—	—	
3122·88	5	umgekehrt	3122·88	10	scharf; Hauptlinie *	—	—	
3117·08	4	verbreitert	3117·20	3	scharf *	—	—	
—	—		3106·70	1	„	—	—	
—	—		3104·09	2	„	—	—	
—	—		3093·28	3	verschwommen	—	—	
—	—		3091·47	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		3045·83	2	„	—	—	
3038·25	1	„	—	—		—	—	
3033·38	5	sehr unscharf	3033·35	4	stark verbreitert	—	—	
3029·32	3		3029·32	6	scharf	—	—	
3024·67	2	„	—	—		—	—	
—	—		3015·93	4	„	—	—	
3014·32	2	verbreitert	3014·50	2	verschwommen	—	—	
—	—		3001·81	2	ziemlich scharf	—	—	

* Die mit * bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche im schwachen und sehr starken Flaschenfunken auftreten.
** Die mit ** bezeichneten Linien sind Goldlinien, welche nur im stärksten Flaschenfunken auftreten.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		2995·13	8	scharf	—	—	
—	—		2990·38	6	„	—	—	
—	—		2982·21	4	„	—	—	
2975·73	1	verbreitert	—	—		—	—	
2973·67	2	sehr unscharf	2973·63	1	sehr verschwommen	—	—	
2970·55	2	verbreitert	2970·66	1	verschwommen	—	—	
2963·89	4	„	2963·91	1	ziemlich scharf	—	—	
2962·12	1	sehr unscharf	—	—		—	—	
—	—		2959·90	1	sehr undeutlich	—	—	
—	—		2959·11	1	„	—	—	
—	—		2954·64	6	scharf	—	—	
2932·33	5	verbreitert	2932·33	5	„	—	—	
—	—		2918·48	4	„	—	—	
2913·63	4		2913·63	10	scharf; Hauptlinie	—	—	
—	—		2907·16	5	scharf	—	—	
2905·98	3	„	2906·07	3	verbreitert	—	—	
—	—		2893·51	5	ziemlich scharf	—	—	
2892·07	4	„	2892·05	3	„	—	—	
—	—		2885·69	3	scharf	—	—	
2883·55	4		2883·60	4	„	—	—	
—	—		2864·67	1	verschwommen	—	—	
—	—		2860·92	1	„	—	—	
—	—		2857·04	3	verbreitert	—	—	
—	—		2852·71	2	„	—	—	
—	—		2852·30	1	undeutlich	—	—	
—	—		2847·25	5	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2838·15	7	„	—	—	
—	—		2835·55	2	scharf	—	—	
—	—		2833·20	2	„	—	—	
—	—		2825·59	6	sehr scharf	—	—	
—	—		2822·87	5	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2820·09	10	verbreitert	—	—	
—	—		2805·45	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2802·39	10	scharf	—	—	
—	—		2795·69	3	„	—	—	
—	—		2780·95	3	„	—	—	
2748·35	4	umgekehrt	2748·35	5	„	—	—	
—	—		2732·17	2	„	—	—	
—	—		2721·97	2	„	—	—	
—	—		2703·42	2	„	—	—	
2701·03	4		2700·99	3	„	—	—	
—	—		2699·4	1	verschwommen	—	—	
—	—		2697·8	1	ziemlich scharf	—	—	
2694·40	1	verbreitert	2694·40	2	„	—	—	
—	—		2690·5	1	verschwommen	—	—	
2688·86	4		2688·75	4	scharf	—	—	
—	—		2688·24	2	„	—	—	
—	—		2687·68	4	„	—	—	
—	—		2686·0	1	verschwommen	—	—	
—	—		2682·3	1	„	—	—	
2676·05	10	umgekehrt	2676·05	8	scharf; Hauptlinie	—	—	
—	—		2672·3	1	schwach	—	—	
—	—		2670·7	1	„	—	—	
—	—		2667·07	2	scharf	—	—	
—	—		2665·25	3	„	—	—	
—	—		2651·2	1	„	—	—	
—	—		2645·5	2	verbreitert	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		2641·70	8	scharf	—	—	
—	—		2635·4	1	unsicher	—	—	
—	—		2634·4	1	„	—	—	
—	—		2631·7	1	„	—	—	
—	—		2627·15	4	scharf	—	—	
—	—		2625·65	3	„	—	—	
—	—		2624·2	2	stark verbreitert; unsicher	—	—	
—	—		2622·0	2	unsicher	—	—	
—	—		2617·60	2	scharf	—	—	
—	—		2616·71	4	verschwommen	—	—	
—	—		2612·8	1	unsicher	—	—	
—	—		2611·9	1	„	—	—	
—	—		2610·5	1	„	—	—	
—	—		2609·6	2	verbreitert	—	—	
—	—		2607·4	1	undeutlich	—	—	
—	—		2605·0	1	„	—	—	
—	—		2599·5	2	scharf	—	—	
—	—		2592·0	3	„	—	—	
2590·19	4		2590·23	6	„	—	—	
—	—		2583·5	2	unscharf	—	—	
—	—		2580·1	1	unsicher	—	—	
—	—		2579·4	1	„	—	—	
—	—		2577·7	1	undeutlich	—	—	
—	—		2575·3	1	„	—	—	
—	—		2571·4	2	„	—	—	
—	—		2568·3	1	„	—	—	
—	—		2565·80	5	scharf	—	—	
—	—		2562·7	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2561·9	1	unsicher	—	—	
—	—		2558·0	2	verschwommen	—	—	
—	—		2552·92	3	scharf	—	—	
—	—		2550·25	3	„	—	—	
2544·30	4		2544·30	5	„	—	—	
—	—		2538·03	4	„	—	—	
—	—		2537·0	2	„	—	—	
—	—		2536·1	3	„	—	—	
—	—		2533·68	6	„	—	—	
—	—		2528·2	2	„	—	—	
—	—		2522·8	2	sehr unscharf	—	—	
—	—		2520·7	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2517·2	2	unscharf	—	—	
—	—		2515·2	3	scharf	—	—	
—	—		2511·7	1	unsicher	—	—	
2510·56	4		2510·60	5	scharf	—	—	
—	—		2506·4	2	„	—	—	
—	—		2503·42	8	„	—	—	
—	—		2495·3	1	„	—	—	
—	—		2492·7	3	verbreitert	—	—	
—	—		2491·4	1	scharf	—	—	
—	—		2490·4	2	„	—	—	
—	—		2488·3	2	„	—	—	
—	—		2483·4	2	unscharf	—	—	
—	—		2480·4	4	scharf	—	—	
—	—		2478·6	1	„	—	—	
—	—		2477·8	1	„	—	—	
—	—		2476·2	3	stark verbreitert	—	—	
—	—		2468·0	3	„	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		2458·1	3	scharf	—	—	
—	—		2456·6	2	verbreitert	—	—	
—	—		2455·3	2	„	—	—	
—	—		2452·7	2	„	—	—	
—	—		2447·9	2	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2446·6	1	undeutlich	—	—	
—	—		2445·6	4	verbreitert	—	—	
—	—		2444·3	1	„	—	—	
—	—		2442·3	2	„	—	—	
—	—		2437·8	3	scharf	—	—	
—	—		2434·5	1	verschwommen	—	—	
—	—		2433·7	2	scharf	—	—	
—	—		2433·3	2	„	—	—	
2428·06	10	umgekehrt	2428·10	10	Hauptlinie	—	—	
—	—		2423·8	2		—	—	
—	—		2419·4	1	verschwommen	—	—	
—	—		2419·1	1	erscheint bei schwachem Strome als einfache verwaschene Bande	—	—	
—	—		2417·4	2		—	—	
—	—		2416·6	2		—	—	
—	—		2414·7	1	verschwommen	—	—	
—	—		2413·4	3	scharf	—	—	
—	—		2411·5	2	„	—	—	
—	—		2410·7	1		—	—	
—	—		2408·8	2	verschwommen	—	—	
—	—		2407·5	2	„	—	—	
—	—		2405·2	3	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2402·7	4	„	—	—	
—	—		2401·5	2	„	—	—	
—	—		2400·2	1	coïncidiert mit einer Cu-Linie	—	—	
—	—		2399·3	1		—	—	
—	—		2395·7	1		—	—	
—	—		2393·7	3	scharf	—	—	
—	—		2391·7	1	undeutlich	—	—	
—	—		2388·5	2	scharf	—	—	
2387·85	4		2387·9	4	„	—	—	
—	—		2384·3	2	„	—	—	
—	—		2382·6	4	etwas verbreitert	—	—	
—	—		2380·5	1	undeutlich	—	—	
—	—		2379·3	1	scharf	—	—	
—	—		2377·2	1	„	—	—	
—	—		2376·4	5	„	—	—	
—	—		2373·4	2	unscharf	—	—	
—	—		2371·8	4	ziemlich scharf	—	—	
—	—		2369·5	4	unscharf	—	—	
2364·69	4		2364·8	10	Hauptlinie, kehrt sich ziemlich leicht um	—	—	
—	—		2359·1	1	unscharf	—	—	
—	—		2357·9	1	„	—	—	
—	—		2355·5	2	scharf	—	—	
2352·75	4		2352·8	6	„	—	—	
—	—		2351·5	3	„	—	—	
—	—		2348·2	1	„	—	—	
—	—		2347·0	2	„	—	—	
—	—		2344·3	2	„	—	—	
—	—		2343·6	2	„	—	—	
—	—		2342·6	1	„	—	—	
—	—		2341·5	1	„	—	—	
—	—		2340·1	8	stark verbreitert	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		2334·1	2	verbreitert	—	—	
—	—		2332·0	4	scharf	—	—	
—	—		2331·5	2		—	—	
—	—		2330·7	1		—	—	
—	—		2326·7	1	verschwommen	—	—	
—	—		2325·8	3	scharf	—	—	
—	—		2325·3	2	„	—	—	
—	—		2324·7	1	„	—	—	
—	—		2322·3	8	„	—	—	
—	—		2321·4	1	„	—	—	
—	—		2320·4	2	„	—	—	
—	—		2318·4	2	„	—	—	
—	—		2317·5	1	„	—	—	
—	—		2315·9	7	„	—	—	
—	—		2314·7	7	„	—	—	
—	—		2312·2	2	„	—	—	
—	—		2309·5	6	„	—	—	
—	—		2308·2	1	„	—	—	
—	—		2304·7	8	dick, verbreitert	—	—	
—	—		2301·1	1		—	—	
—	—		2300·4	1	scharf	—	—	
—	—		2298·3	1	verschwommen	—	—	
—	—		2296·9	2	scharf	—	—	
—	—		2295·1	2	„	—	—	
—	—		2294·1	2	verbreitert	—	—	
—	—		2291·5	6	„	—	—	
—	—		2288·7	2	scharf	—	—	
—	—		2287·7	3	verschwommen	—	—	
—	—		2286·7	1	undeutlich	—	—	
2283·42	4		2283·4	6	scharf	—	—	
—	—		2283·0	3	verschwommen	—	—	
—	—		2279·2	2	„	—	—	
—	—		2277·6	4	„	—	—	
—	—		2273·2	1	scharf	—	—	
—	—		2270·3	3	„	—	—	
—	—		2267·0	2	„	—	—	
—	—		2266·0	3	verbreitert	—	—	
—	—		2265·3	1	verschwommen	—	—	
—	—		2264·0	3	„	—	—	
—	—		2262·9	4	„	—	—	
—	—		2261·5	2	„	—	—	
—	—		2260·8	2	„	—	—	
—	—		2255·8	2	„	—	—	
—	—		2255·0	1	„	—	—	
—	—		2253·5	3	scharf	—	—	
—	—		2248·9	2	sehr verschwommen, vielleicht doppelt	—	—	
—	—		2246·7	3	verschwommen	—	—	
—	—		2243·6	1	„	—	—	
—	—		2242·7	6	scharf	—	—	
—	—		2240·4	4	verschwommen	—	—	
—	—		2237·7	2	„	—	—	
—	—		2233·8	3	„	—	—	
—	—		2231·4	4	„	—	—	
—	—		2229·1	6	„	—	—	
—	—		2222·6	2	„	—	—	
—	—		2220·6	3	scharf	—	—	
—	—		2219·4	2	„	—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta bezogen auf Rowland			Frühere Beobachter		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung	λ	i	Name
—	—		2215·9	3	verschwommen	—	—	
—	—		2213·2	4	scharf	—	—	
—	—		2210·6	3	„	—	—	
—	—		2210·3	1	„	—	—	
—	—		2206·0	3	„	—	—	
—	—		2201·6	5	„	—	—	
—	—		2193·7	1	„	—	—	
—	—		2192·7	1	„	—	—	
—	—		2190·7	1	„	—	—	
—	—		2189·3	5	„	—	—	
—	—		2186·9	2	„	—	—	
—	—		2185·7	2	„	—	—	
—	—		2184·2	2	„	—	—	
—	—		2172·3	3	„	—	—	
—	—		2167·7	2	„	—	—	
—	—		2160·7	2	verschwommen	—	—	
—	—		2159·2	2	„	—	—	
—	—		2157·4	3	„	—	—	
—	—		2154·4	2	„	—	—	
—	—		2140·5	1	undeutlich	—	—	
—	—		2138·0	2	verbreitert	—	—	
—	—		2133·4	1	„	—	—	
—	—		2129·7	1	scharf	—	—	
—	—		2126·8	2	„	—	—	
—	—		2125·3	5	„	—	—	
—	—		2113·7	1	„	—	—	
—	—		2110·8	9	scharf; Hauptlinie	—	—	
—	—		2098·8	1	undeutlich	—	—	
—	—		2098·2	1	scharf	—	—	
—	—		2095·0	1	undeutlich	—	—	
—	—		2085·4	1		—	—	
—	—		2083·1	1	scharf	—	—	
—	—		2082·1	8	„	—	—	
—	—		2071·7	1		—	—	
—	—		2064·0	1		—	—	
—	—		2059·9	1		—	—	
—	—		2056·6	1		—	—	
—	—		2055·4	1		—	—	
—	—		2044·7	5	„	—	—	
—	—		2012·3	1	unscharf	—	—	
—	—		2000·7	3	scharf	—	—	
—	—		1988·9	1	ziemlich scharf	—	—	
—	—		1977·3	1	„	—	—	

Über das rothe Spectrum des Argons.

Von

J. M. Eder und E. Valenta.

(Vorgelegt in der Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 24. October 1895.)

Durch die Freundlichkeit von Lord Rayleigh erhielten wir Argongas, welches von Herrn Goetze in Leipzig mit grösster Sorgfalt in Vacuumröhren gefüllt wurde. Der Druck in diesen Röhren, welche wir zu unseren Versuchen verwendeten, betrug 1 bis 3 *mm*. Zur spectralanalytischen Untersuchung des Argons bedienten wir uns eines sehr lichtstarken Concavgitters von $^3/_4$ *m* Krümmungsradius und der photographischen Methode. Wir massen das Spectrum zweiter Ordnung und bezogen die Wellenlängen der Linien auf Rowland's Standards. Wir untersuchten das rothe und blaue Argonspectrum, welche Spectren erhalten werden, wenn man gemäss den Angaben des Herrn Crookes mit schwachen Funken ohne Leydenerflaschen, respective mit Flaschenfunken arbeitet.

Für das rothe Argonspectrum erhielten wir die nachfolgenden Zahlen. Darunter sind die mit * bezeichneten Linien der Tabelle auch im blauen Argonspectrum vorhanden, die übrigen Linien sind dem rothen Argonspectrum allein eigenthümlich. Als besonders charakteristische Linien des rothen Argonspectrums sind die Hauptlinien: $\lambda = 4628\cdot56$, 4596·22, 4522·49, 4510·85, 4300·18, 4272·27, 4259·42, 4251·25 — besonders die Gruppe 4200·76, 4198·42, 4182·07, 4164·36, 4158·63 — ferner 4044·56, 3949·13, 3834·83 zu erwähnen. Dies gilt natürlich nur für den von uns untersuchten Bezirk und wir werden weitere Messungen demnächst in den Schriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien veröffentlichen[1]). Zu bemerken wäre auch, dass das rothe Argonspectrum dann gut aufgelöst ist, wenn die Doppellinie $\lambda \begin{Bmatrix} 4191\cdot15 \\ 4190\cdot75 \end{Bmatrix}$ gut getrennt erscheint. Sollte das blaue und rothe Argonspectrum zwei Elementen angehören, was keineswegs unwahrscheinlich ist, so wären obige Linien die charakteristischen Hauptlinien von einem derselben.

Wir geben folgende vorläufige Liste für den Bezirk $\lambda = 5060$ bis $\lambda = 3319$, worin *i* die Intensität der Linien (die schwächste = 1, die stärkste = 10) bedeutet.

---

1) Vergl. pag. 216 und 220 dieser Abhandlungen.

Wellenlänge der Linien im rothen Spectrum des Argons.

λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i
5060·27	1	* 4545·28	4	* 4348·11	8	4198·42	10	4033·11	3	* 3781·07	2	* 3581·83	1
5054·07	1	4523·54	1	* 4345·27	10	4191·15	6	* 4013·97	4	3775·62	2	* 3576·79	3
4888·27	1	4522·45	8	* 4335·42	8	4190·76	6	3979·81	2	* 3770·81	4	* 3571·89	3
4876·52	1	4510·83	10	* 4333·64	10	4182·07	9	* 3968·54	1	* 3765·43	2	* 3567·84	4
* 4847·95	3	4501·66	1	* 4332·15	2	4164·36	9	3960·24	1	3760·43	1	3564·48	2
* 4806·10	5	* 4498·62	1	* 4331·31	1	4158·63	10	3949·13	10	3743·89	1	* 3563·46	2
4768·80	2	* 4482·03	3	4321·77	1	4150·18	1	3947·70	5	* 3738·03	1	* 3561·13	1
* 4764·99	4	* 4475·15	1	4312·27	2	4147·30	2	* 3932·71	1	* 3729·44	3	* 3559·66	3
4753·02	2	4460·90	1	4300·18	10	4141·65	1	* 3928·82	4	* 3718·39	1	3556·16	2
4746·82	1	4434·22	1	4288·06	1	4134·48	1	* 3925·98	1	3696·66	2	3554·47	4
* 4736·03	6	* 4431·13	2	4284·24	1	* 4131·95	2	* 3914·93	1	3691·07	4	* 3546·07	2
* 4726·96	5	* 4430·35	4	4278·21	1	* 4104·10	3	3900·04	8	3675·38	2	* 3545·87	2
4702·38	3	* 4426·15	6	4272·27	10	* 4082·59	1	3894·76	4	3670·81	3	* 3514·67	2
* 4658·01	4	4424·09	3	* 4266·41	10	* 4079·83	1	* 3892·10	1	3659·70	3	3506·59	2
4647·75	1	* 4421·06	1	4265·40	2	* 4077·47	1	3875·27	1	3649·95	4	* 3191·71	3
4628·66	8	* 4401·17	5	4259·42	10	* 4072·15	1	* 3868·68	3	3643·27	3	* 3476·94	2
* 4609·69	4	* 4400·20	3	4251·25	6	4055·91	1	3866·44	1	3635·60	4	3461·21	2
4602·63	1	* 4379·79	4	4247·68	1	4054·68	4	* 3850·70	5	3632·83	4	3393·90	2
4596·25	10	* 4376·15	2	* 4228·30	4	4046·01	4	3834·83	8	3606·77	1	3392·99	1
4590·03	3	* 4371·46	3	4212·37	1	4044·56	8	* 3809·58	2	* 3588·58	2	3373·64	1
4589·40	5	* 4370·89	2	4210·14	1	* 4043·02	2	3781·46	3	* 3582·51	2	3319·35	1
* 4579·49	3	4363·93	4	4200·76	10								

Über drei verschiedene Spectren des Argons

(vorläufige Mittheilung).

Von

J. M. Eder und E. Valenta.

(Vorgelegt in der Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 19. December 1895).

Nach W. Crookes[1]) gibt das Argon zwei verschiedene Spectren, je nachdem man eine «niedrige oder eine hohe elektromotorische Kraft» und weniger oder mehr heisse Funken verwendet; in ersterem Falle leuchtet die Capillare der Plücker'schen Röhren, welche Argon bei 2 bis 3 *mm* Druck enthalten, roth (zum Beispiel bei Verwendung eines Ruhmkorff'schen Inductoriums ohne Leydenerflaschen), in letzterem Falle (nach Einschaltung von einer Leydenerflasche, besonders mit stärkerem Strom und grösserem Ruhmkorff) leuchtet die Capillare hellblau. Diese beiden Arten von Spectren, deren Hauptlinien Crookes ausmass, bezeichnet derselbe der Kürze halber als «rothes» und «blaues» Argonspectrum.

Beide Spectren sind Linienspectren, jedoch von einander stark verschieden. Wir haben diese beiden Spectren, von denen das eine meistens Linien des anderen enthält, ohne Schwierigkeit erhalten können und in einer vorläufigen Mittheilung eine Anzahl Wellenlängen des rothen Argonspectrums publiciert[2]), welche wir genau gemessen haben und welche verlässlichere Werte repräsentieren, als die Crookes'schen Zahlen, weil wir mit Hilfe unseres vorzüglichen Concavgitters eine viel grössere Dispersion und eine bessere Auflösung erzielten, als Crookes mit seinen Prismenapparaten, welche, sobald Bergkrystallapparate in Betracht kommen, nur im stärkst brechbaren Theile mit beträchtlicher Genauigkeit arbeiten.

Einen Bezirk des blauen Argonspectrums hat Kayser genau gemessen[3]) (von $\lambda = 5145 \cdot 66$ bis $\lambda = 3454 \cdot 29$) und zwar stimmen unsere Messungen sehr vollkommen mit den Kayser'schen überein. Wir massen das gesammte «blaue» Argonspectrum (unter Anwendung von mit Bergkrystall verschlossenen Röhren), begnügen uns aber, in dieser vorläufigen Mittheilung nur die Ergebnisse unserer Beobachtungen im brechbarsten Ultraviolett mitzutheilen, denn dieser Theil ist in diesem Falle so gut wie unbekannt, mit Ausnahme weniger von Crookes entdeckter und nicht sehr genau gemessener Linien. Wir konnten das äusserste Ultraviolett bis $\lambda = 2000$ verfolgen und mit solcher sehr grosser Deutlichkeit bis $\lambda = 2050$ photographieren, dass wir scharfe Wellenlängenbestimmungen vornehmen konnten. Während Crookes nach der Linie $\lambda = 2438$ nur mehr eine einzige stärker brechbare Linie ($\lambda = 2246$) fand, waren wir durch eine besondere Versuchsanordnung im Stande, das prächtige, scharf

[1]) Zeitschr. f. physikalische Chemie, 1895, Bd. XVI, pag. 368.

[2]) Vergl. pag. 214 dieser Abhandlungen.

[3]) Chem. News, Bd. LXXII, 1895, pag. 99, Nr. 1866 vom 30. August 1895.

gezeichnete ultraviolette Linienspectrum des Argons (im Flaschenfunken bei 2 *mm* Druck) genau zu messen und die Wellenlängen von mehr als 150 Linien zu bestimmen (s. nachstehende Tabelle).

Der Nachweis, dass dem Argon im äussersten Ultraviolett ein so helles, wohl definiertes linienreiches Spectrum zukommt, ist insoferne bemerkenswert, als der Stickstoff in diesen Bezirken eine äusserst geringe Lichtkraft unter sonst gleichen Verhältnissen aufweist und sich derartig anders verhält, dass man wohl zu der Annahme berechtigt ist, dass der Stickstoff und das Argon nicht zu verwandten Elementengruppen gehören.

«Blaues» Argon-Spectrum im äussersten Ultraviolett.

(Eder und Valenta, bezogen auf Rowland's Normalspectrum).

λ	Bemerkung		λ	Bemerkung		λ	Bemerkung	
2438·8		6	2362·9		1	2269·8		1
2436·9		2	2361·9		1	2268·7		1
2432·8		4	2360·2		3	2267·1		1
2430·5		1	2358·5		1	2265·2		3
2430·1		2	2357·7		3	2263·0	verschwommen	2
2429·4		1	2355·1		1	2257·9		1
2425·4		2	2354·3		3	2256·6		1
2424·5		2	2353·7		1	2255·4		1
2423·9		3	2350·6		4	2254·4	verbreitert	2
2423·6		2	2346·7		1	2252·4		4
2422·7		2	2345·4		1	2251·5		1
2421·6		2	2344·4		5	2249·4		1
2420·6		4	2339·9		3	2246·1		1
2418·9		3	2337·8	verschwommen	5	2243·7		4
2417·3		2	2333·2		1	2241·8		1
2415·7	einseitig verbreitert	6	2331·7	verschwommen	4	2241·1		3
2414·3		3	2328·2		1	2237·9		1
2413·2		3	2324·7		1	2236·6		1
2412·6		2	2319·5		1	2235·7		3
2411·2		4	2318·0		2	2234·7		4
2410·4		2	2317·6		2	2233·6		1
2409·6		1	2316·5		4	2231·6		2
2408·2		1	2315·0	charakteristische Gruppe (2318·0–2309·4)	3	2230·1		1
2406·7		3	2314·0		4	2229·7		3
2405·2	verbreitert nach Roth	2	2309·4		4	2227·4		3
2404·4		4	2307·5		1	2225·8		3
2403·4		2	2305·8		1	2221·7		1
2403·3		1	2302·1		3	2221·4		1
2400·0		1	2300·9		1	2219·9		4
2399·3		3	2300·3		2	2219·0		2
2398·4		3	2295·4		1	2216·3		2
2397·5		1	2293·0		1	2211·0		1
2395·7		4	2292·2		3	2210·5		2
2391·0		1	2290·6		1	2205·8		2
2388·2	verschwommen	2	2289·9		2	2195·6		2
2386·8		3	2288·8		3	2191·7		1
2383·6		3	2287·1		1	2191·4		1
2382·6		1	2285·8		2	2190·6		1
2381·2		1	2284·0	charakteristische Gruppe (2285·8–2282·6)	2	2187·3		2
2380·0		1	2283·3		3	2185·5		2
2372·0		1	2282·6		5	2181·2		2
2369·4		1	2275·3		1	2175·6		3
2367·1		1	2275·0		2	2174·7		2
2364·2		4	2272·7		1	2171·5		3

λ	Bemerkung		λ	Bemerkung		λ	Bemerkung	
2165·8		3	2130·6		3	2092·1		1
2164·6		1	2129·5		1	2078·3		1
2162·1		1	2126·7		2	2077·2		1
2159·3		1	2120·0		1	2063·9		1
2154·1		1	2116·1		1	2057·6		1
2153·3		1	2106·1		1	2050·5		1
2151·2		2	2103·6		1			

Ausser den beiden bisher bekannten Argonspectren, dem «blauen» und «rothen» Spectrum, fanden wir noch ein drittes, welches entsteht, wenn man sehr grosse Condensatoren mit einem sehr grossen Ruhmkorff und starken Strömen in der Primärspule des Apparates zur Anwendung bringt. Unter diesen Umständen erhielten wir (namentlich bei 15 bis 20 *mm* Druck) eine glänzend weisse Lichterscheinung in der Capillare. Bei geringerem Drucke (2 bis 10 *mm*) ist das dritte Spectrum dadurch von den anderen unterschieden, dass manche Linien des blauen Argonspectrums darin heller werden, während andere schwächer auftreten und neue Linien dazu kommen. Das rothe Argonspectrum verschwindet dabei in Röhren von niedrigem Drucke spurlos, in solchen von höherem Drucke aber bleibt es partiell bestehen. Bei 20 *mm* Druck strahlt unter diesen Umständen die Capillare ein blendend weisses Licht aus, welches ein sehr merkwürdiges, für die Spectralanalyse principiell höchst wichtiges spectroskopisches Verhalten zeigt. Die scharfen Linien des Spectrums verbreitern sich grösstentheils sehr stark, zum kleinen Theile bleiben sie scharf.

Viele der Linien bleiben hiebei in völliger Coïncidenz mit Linien des «blauen» oder «rothen» Argonspectrums, aber ganze Gruppen von Linien zeigen eine Verschiebung gegen Roth, (durchschnittlich um vielleicht ungefähr $^1/_2$ bis 1 AE.), obschon ihre Zusammengehörigkeit zu correspondierenden scharfen Linien des «blauen» Argonspectrums augenscheinlich vorliegt.

Bei manchen Linien findet eine einseitige Verbreiterung statt, so dass durch dieses Phänomen die erwähnte Verschiebung für eine scheinbare gehalten werden könnte. Dagegen sind bei vielen Linien die Verschiebungen um so vieles grösser als die Verbreiterung, dass man gezwungen ist, eine wahre und wirkliche Verschiebung dieser Linien, respective Änderung der Wellenlängen anzunehmen, welche durchaus nicht unbedeutend ist, wenngleich man von vornherein nicht zu dieser Annahme geneigt sein mag.

Den Grund, weshalb diese Verschiebungen nur einen Theil der Linien treffen, können wir derzeit nicht angeben, jedoch besteht ein gewisser Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen und dem in den Röhren herrschenden Drucke, sowie der Art der elektrischen Erregung und der Temperatur in denselben.

Arbeitet man mit Argonröhren, in denen ein geringer Druck (von $^1/_{10}$ bis 2 *mm*) herrscht, so ergibt sich die bemerkenswerte Thatsache, dass beim stundenlangen Durchschlagen des Funkens, wenn derselbe kräftig genug ist, allmählich das rothe Argonspectrum zurücktritt, mehr und mehr Linien des blauen Spectrums auftreten; bei Röhren von $^1/_{10}$ *mm* Druck kann man anfangs ganz wohl das rothe Argonspectrum erhalten, wenn es auch Linien des blauen Spectrums enthält — nach ein bis zwei Stunden verliert sich aber das rothe Argonspectrum, indem augenscheinlich ein Theil des Argons, sei es durch Absorption eines eventuell vorhandenen fremden Bestandtheiles oder des Argons als solches durch die Aluminiumelektroden und den Einfluss des Funkens verschwindet.

Schliesslich erwähnen wir noch, dass wir das Glimmlicht an den Elektroden im Ruhmkorff-Funken mit und ohne Leydenerflascheneinschaltung studierten und constatierten, dass die Erscheinungen im weiten Theile des Rohres nicht identisch mit denjenigen in der Capillare sind. Ferner stellten wir fest, dass (wenigstens für den Bezirk λ = 4806 bis 3285) das Glimmlicht am positiven und negativen Pole (bei

Einhaltung sonst analoger Versuchsbedingungen) identisch ist und somit die für Stickstoff charakteristischen Polerscheinungen fehlen.

Trotzdem wir mehrfache und vorzüglich definierte Spectrumphotographien des Polglimmlichtes (welches sich übrigens nur sehr schwierig photographieren lässt) erhielten, konnten wir doch niemals eine Bestätigung der Angaben von Crookes finden, dass das «rothe Argonspectrum» durch den positiven, das «blaue» durch den negativen Pol bedingt sei.

Genaue Wellenlängemessungen, welche diese Angaben völlig erhärten, sowie heliographische Reproductionen unserer Spectrumphotographien mittelst Concavgitter, welche namentlich unsere Angaben bezüglich der Verschiebung gewisser Liniengruppen augenscheinlich demonstrieren, befinden sich in der nachfolgenden Abhandlung, pag. 220 ff.

Spectralanalytische Untersuchung des Argons.

Von

J. M. Eder und E. Valenta.

(Vorgelegt in der Sitzung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 11. Juni 1896.)

In der Abhandlung «Argon, ein wesentlicher Bestandtheil der Atmosphäre», worin Lord Rayleigh und William Ramsay die Entdeckung dieses neuen Körpers zuerst bekannt gaben, wurde auch des charakteristischen spectralanalytischen Verhaltens von Argon Erwähnung gethan [1]).

Gleichzeitig veröffentlichte W. Crookes [2]) seine Untersuchungen über «das Spectrum des Argons», bestimmte die Wellenlängen von beiläufig 200 Spectrallinien und kam zu dem Ergebnisse, dass «er kein anderes Gas, auch keinen Dampf finden könne, die ein dem Argon gleiches Spectrum gezeigt hätten». «Soweit die Spectraluntersuchung entscheiden kann, muss der Ausspruch gethan werden, dass Lord Rayleigh und Professor Ramsay (durch die Entdeckung des Argons) ein, wenn nicht zwei Glieder der Familie der Elemente hinzugefügt haben».

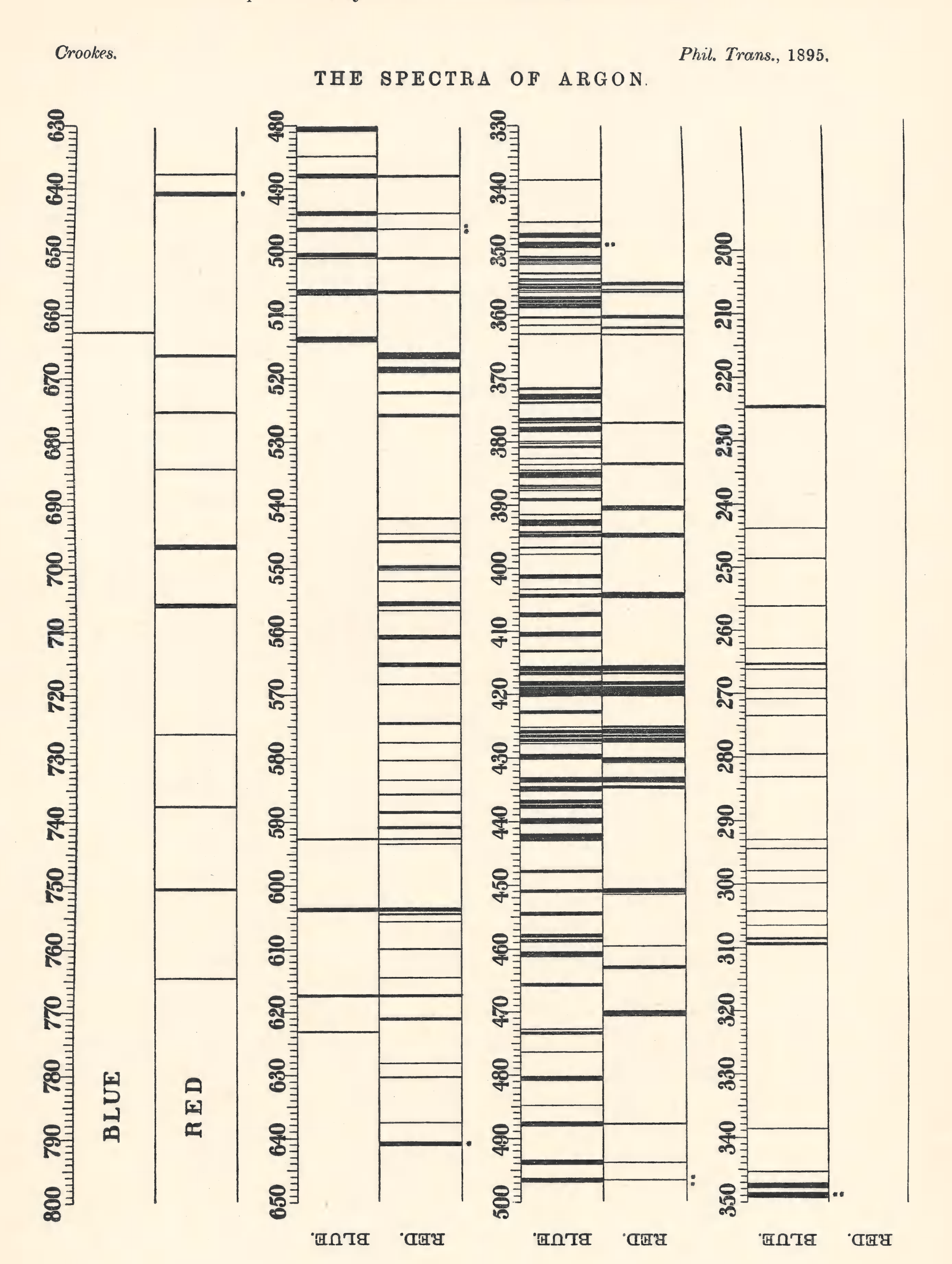
In der That kann aus dem spectralanalytischen Befunde die Schlussfolgerung gezogen werden, dass das Argon ein eigenthümlicher, von den anderen bekannten Elementen charakteristisch verschiedener Körper sei und die Spectralanalyse lieferte den positiven Nachweis, dass das Argon ein neues Element oder vielleicht ein Gemische zweier solcher Elemente darstelle.

W. Crookes entdeckte auch die Existenz zweier unter sich verschiedener Spectren des Argons. Das eine derselben entsteht, wenn man den Funken eines Ruhmkorff'schen Inductoriums (ohne Leydenerflaschen) durch eine bei circa 3 *mm* Druck gefüllte Argonröhre schlagen lässt; die Capillare der Röhre leuchtet dabei glänzend roth und gibt ein eigenthümliches Spectrum, welches von Crookes der Einfachheit halber als «rothes» Argonspectrum bezeichnet wird.

Bei Verminderung des Druckes im Rohre und Einschaltung einer Leydenerflasche in die Secundärleitung ändert sich die Farbe in der Capillare und geht in ein brillantes Stahlblau über; dieses Spectrum, welches von Crookes als «blaues Argonspectrum» bezeichnet wird, zeigt fast vollständig verschiedene Linien. Crookes sagt: «Es ist nicht leicht, die blaue Farbe und das betreffende Spectrum vollständig frei vom «rothen» zu erhalten. Das «rothe» Spectrum erhält man leicht, wenn man einen grossen Ruhmkorff anwendet und denselben mit einem Strome von 3 Ampère und 6 Volt speist; dann zeigt das Spectrum keine Neigung, in das blaue überzugehen. Die blaue Farbe erhält man mit einer grossen Spirale, wenn letztere von einem Strome von 3·84 Ampère und 11 Volt gespeist wird und eine Flasche von

[1]) Zeitschr. f. phys. Chemie, 1895, Bd. XVI, pag. 360.
[2]) Zeitschr. f. phys. Chemie, 1895, Bd. XVI, pag. 369.

Spectralanalytische Untersuchung des Argons.



Druck der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.

50 Quadratzoll Oberfläche eingeschaltet ist. Mit einer kleinen Spirale kann man eine sehr schöne blaue Farbe erzielen, wenn man eine dreizellige Grove'sche Batterie, eine Leydenerflasche von 120 Quadratzoll Oberfläche und einen schnellen Unterbrecher anwendet. Es scheint, dass eine niedrige elektromotorische Kraft (Funke von 3 *cm* Länge) erforderlich ist, um die rothe, und ein sehr heisser Funke, um die blaue Farbe hervorzubringen».

Crookes hatte im blauen Spectrum 119 und im rothen 80, zusammen 199 Linien gezählt; davon hält er 26 Linien beiden Spectren für gemeinsam. Tafel X gibt eine Reproduction der von Crookes gelieferten Zeichnung der beiden Argonspectren.

Wie man sieht, ist das spectralanalytische Verhalten des Argons ein ganz charakteristisches. Es ist zweifelhaft, wie man diese verschiedenen Spectren einander zuordnen soll und aus diesem Grunde, sowie behufs der Identificierung des Argons in fremden Gasgemischen (Gasausströmungen aus der Erde, aus Quellen, aus Mineralien etc.) erscheint eine genaue Kenntnis des Argonspectrums von Wert.

Die ausgezeichneten Spectralbeobachtungen von Crookes, welche den Charakter des blauen und rothen Argonspectrums vortrefflich wiedergeben, sind mittelst Apparaten von relativ geringer Dispersion (Quarzspectrographen) vorgenommen, so dass die Wellenlängen nur einen mässigen Grad von Genauigkeit erreichen; es finden sich häufig Fehler von ± 1 AE. und darüber.

S. Friedländer hat später mittelst eines Spectralapparates à vision directe von mässiger Dispersion und eines starken Ruhmkorff'schen Inductors eine Anzahl Spectrallinien oculariter bestimmt und Zahlen gefunden, welche den Crookes'schen Bestimmungen an Genauigkeit nachstehen, wohl hauptsächlich deshalb, weil eben der verwendete Spectralapparat eine noch geringere Dispersion als jener, welchen Crookes verwendete, besass.

Friedländer [1]) führt eine Anzahl von Argonlinien, welche mit den Crookes'schen, sowie mit unseren Beobachtungen insoweit übereinstimmen, dass man (in Erwägung der grossen Beobachtungsfehlergrenze bei Friedländer, welche eine Angström'sche Einheit übersteigt) annehmen kann, dass die Friedländer'schen mit den von Crookes und von uns gemessenen Linien identisch sind. Die Friedländer'schen Zahlen der Wellenlängen des Argons sind weniger vollständig als die Crookes'schen und machen wohl keinen Anspruch darauf, genaue Werte von Wellenlängen zu repräsentieren.

Professor H. Kayser [2]) verdanken wir die Erweiterung unserer Kenntnisse der genauen Wellenlängen eines Bezirkes des Argonspectrums, indem er in seiner Abhandlung sehr genaue Wellenlängenmessungen von $\lambda = 3455{\cdot}291$ bis $\lambda = 5145{\cdot}659$ mittheilte. Da sich diese Messungen nur auf den einen Theil des blauen Argonspectrums beziehen und einen Gasdruck (von 2·2 *mm*, bei welchem das blaue Argonspectrum besonders gut hervortritt) zum Gegenstande haben, so sahen wir uns Ende 1895 ver-

---

[1]) Zeitschr. f. phys. Chemie, 1896, Bd. XIX, pag. 662.

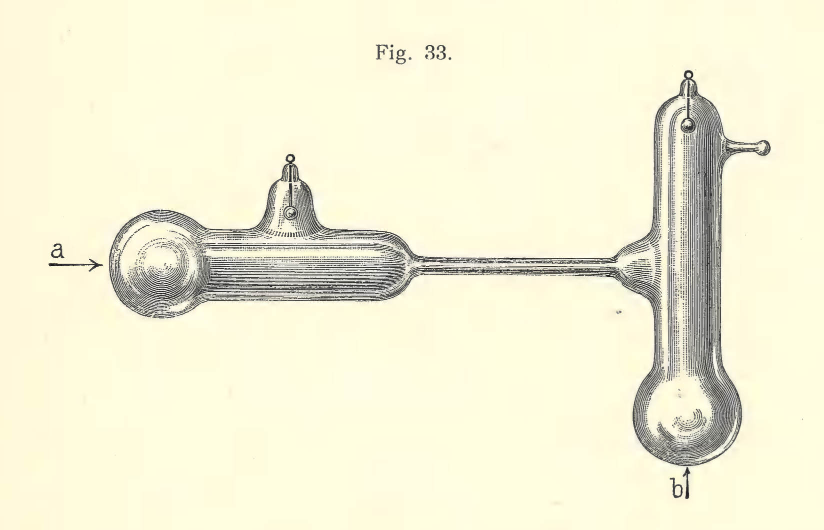
[2]) Chemic. News, 30. August 1895, Bd. LXXII, pag. 99. — Eine spätere ausführlichere Mittheilung Prof. Kayser's: «Über die Spectren des Argons» erfolgte in den Sitzungsber. d. kön. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin am 7. Mai 1896 (Bd. XXIV). Diese Abhandlung gelangte erst zu einem späteren Zeitpunkte (Mitte Juni) durch freundliche Zusendung durch Herrn Prof. Kayser in unsere Hände, nachdem wir unsere Abhandlung bereits der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien übergeben hatten. Andererseits kannte Prof. Kayser nur unsere älteren vorläufigen Mittheilungen über das Argonspectrum, in welchem wir die verschiedenen Argonspectren noch nicht getrennt hatten, was wir mittlerweile sehr eingehend und sorgfältig durchgeführt haben. Einzelne Bezirke, namentlich im ersten Argonspectrum, haben wir mit unserem lichtstarken Gitter durchforschen können, während das Kayser'sche Gitter mit langem Focus infolge zu langer Belichtungszeiten dies mehrfach nicht gestattete. Die Vorzüglichkeit der Kayser'schen Messungen ist bekannt. Bezüglich der Übereinstimmung unserer Messungen mit jenen äussert sich Prof. Kayser (a. a. O.): «Vergleicht man meine (Kayser's) Messungen mit denen von Eder und Valenta, so zeigt sich eine sehr erfreuliche Übereinstimmung, da die Differenzen meist nur wenig Huntertel einer AE. betragen, was wohl die äusserste erreichbare Genauigkeit für ein Gitter von kurzem Krümmungsradius ist, wie es Eder und Valenta benützen. Bei Crookes sind die Fehler viel grösser, sie erreichen mehrere Angström'sche Einheiten». — Die Messungsresultate der Kayser'schen letzten Abhandlung über Argon haben wir nachträglich (gelegentlich der Correcturvornahme) in unsere Tabellen eingeschaltet, um die Möglichkeit des vollständigen Vergleiches zu geben; denn in der späteren Abhandlung wurden einige Zahlenangaben der älteren Publication Kayser's von demselben rectificiert.

anlasst, eine vollständige Neubeobachtung des Argonspectrums unter verschiedenen Versuchsbedingungen vorzunehmen und zwar vom sichtbaren Theile bis zum äussersten Ultraviolett. Unsere Überzeugung von der Nothwendigkeit einer derartigen Neubestimmung wurde dadurch bestärkt, dass wir schon zu Beginn unserer Untersuchung neue Ergebnisse bezüglich des rothen Argonspectrums fanden und in der Folge nebst dem «rothen» und «blauen» noch ein drittes, bis dahin gänzlich unbekanntes «weisses» Argonspectrum, an dem wir ganz besondere Phänomene beobachteten, entdeckten.

Hierüber veröffentlichten wir bereits vor längerer Zeit zwei «vorläufige Mittheilungen» [1]. Das von uns untersuchte Argon verdanken wir der Freundlichkeit Lord Rayleigh's, welcher uns eine zur Füllung der zahlreichen Plücker'schen Röhren hinlängliche Menge von ihm selbst dargestellten reinen Argons zusandte [2]. Dasselbe wurde von Götze in Leipzig in die von uns auf Grund von Vorversuchen construierten, eigens geformten Vacuumrohre gefüllt, und zwar bei verschiedenem Drucke (0·1 bis 20 *mm*). Die Elektroden in den Röhren bestanden theils aus Platin, theils aus Aluminium, welches letztere sich bei unseren Versuchen besser bewährte [3].

Unsere spectralanalytischen Versuche wurden mittelst eines vorzüglichen Rowland'schen Concavgitters (von Breasher in Alleghany) ausgeführt, und zwar in jener Anordnung, wie wir dieselbe in unserer Abhandlung: «Über die Spectren von Kupfer, Silber und Gold» [4] genau beschrieben haben. Zum Studium des äussersten Ultraviolett bedienten wir uns des Quarzspectrographen, welcher für die kurzwelligen Strahlen leistungsfähiger als unser Gitter ist. Selbstverständlich arbeiteten wir mit Quarzverschluss, sobald die Röhren zur Untersuchung des äusseren Ultraviolett verwendet wurden, während wir für den Bezirk von Orangeroth bis zu Beginn des Ultraviolett uns zugeschmolzener Glasröhren (Plücker'scher Röhren) bedienten. Die Form der Vacuumröhren für unsere Versuche war eine andere als jene, welche gewöhnlich verwendet wird.

Fig. 33.



Wir haben bei anderen Gelegenheiten darauf hingewiesen, dass die Form der Vacuumröhren für gewisse Specialbeobachtungen eine Hauptbedingung des Erfolges ist [5] und wir wählten daher auch hier für die Beobachtung der Glimmlicht- und Capillarerscheinungen nach zahlreichen Vorversuchen eine besondere Form der Argonröhren, welche in Fig. 33 (in halb natürlicher Grösse) abgebildet ist.

Das eine Ende der Röhre gestattet die bequeme Longitudinalansicht des Lichtes in der Capillare (in der Richtung von *a*), während in der Richtung von *b* das Glimmlicht sich sehr schön beobachten lässt, wenn man das Capillarlicht durch einen Schirm abhält.

---

[1] Die erste derselben: J. M. Eder und E. Valenta: «Über das rothe Spectrum des Argons» (vergl. pag. 214 dieser Abhandlungen) wurde am 24. October 1895, die zweite: J. M. Eder und E. Valenta: «Über drei verschiedene Spectren des Argons» (vergl. pag. 216 dieser Abhandlungen) am 19. December 1895 der Wiener kaiserl. Akad. d. Wissensch. vorgelegt.

[2] Nach Abschluss der vorliegenden Abhandlung erhielten wir auch von Dr. Bamberger (k. k. technische Hochschule in Wien) ein aus Gas-Ausströmungen aus einem Teiche in Perchtoldsdorf bei Wien abgeschiedenes «Argongas», welches wir spetralanalytisch untersuchten und mit dem Rayleigh'schen identisch fanden (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, 9. Juli 1896).

[3] Das Platin zeigt im Argonrohre besonders starke elektrische Verdampfungserscheinungen.

[4] Vergl. pag. 161 dieser Abhandlungen.

[5] Eder und Valenta: «Über die verschiedenen Spectren des Quecksilbers», 1894. Vergl. pag. 128 dieser Abhandlungen.

Wir photographierten das Argonspectrum mittelst des Gitterspectrographen vom orangegelben Theile bis Ultraviolett, soweit dies unter Anwendung von Glasröhren (mit Rücksicht auf die Absorption der brechbareren Strahlen im Glase) thunlich war, während wir das Argon in Röhren mit Quarzverschluss mittelst des Quarzspectrographen untersuchten und auf diese Weise das äusserste Ultraviolett bei $\lambda = 2000$ verfolgen und mit besonders grosser Deutlichkeit bis $\lambda = 2050$ photographieren konnten, so dass nunmehr gegen tausend Argonlinien sichergestellt sind.

Während Crookes nach der Linie $\lambda = 2438$ nur mehr eine einzige stärker brechbare Linie, $\lambda = 2246$, fand, waren wir durch unsere Versuchsanordnung im Stande, das prächtige, scharf gezeichnete Linienspectrum des Argons im Ultraviolett (bei Flaschenfunken und 2 *mm* Druck) genau zu messen und die Wellenlängen von mehr als 150 Linien zu bestimmen (s. die Tabelle). Unsere Messungen wurden stets auf Rowland's Normalspectrum reduciert. Im weniger brechbaren Theile bezogen wir die Messungen

auf Gold: $\lambda = 5837 \cdot 69$, 4811·57,

„ Eisen: 5615·88, 5686·99, 5447·13, 5371·73, 5233·12, 5064·76, 4920·69,

„ Cadmium: 4800·09, 4678·37,

„ Eisen: 4528·30, 4415·29, 4260·65, $\begin{Bmatrix} 4250 \cdot 95 \\ 4250 \cdot 29 \end{Bmatrix}$, 4063·76, 4045·98, 3930·45, $\begin{Bmatrix} 3841 \cdot 20 \\ 3840 \cdot 58 \end{Bmatrix}$, 3758·38, 3648·00, 3570·25, 3466·01, $\begin{Bmatrix} 3306 \cdot 48 \\ 3306 \cdot 12 \end{Bmatrix}$.

Wir wählten die Rowland'schen neuerdings mit grosser Sorgfalt revidierten Zahlen an Stelle der Kayser und Runge'schen, obwohl dieselben unter sich sehr wenig differieren (höchstens 0·70 AE.); der Grund, warum wir uns hiefür entschieden, liegt darin, dass Rowland diese Linien für sein Normalsonnenspectrum benützt hat und Kayser[1]) selbst in seiner jüngsten Arbeit: «Über einen Bezirk im blauen Argonspectrum» sich auf Rowland's «Standards» der Eisenlinien bezog. Für das brechbarste Ultraviolett wählten wir das Funkenspectrum des Kupfers als Bezugsspectrum und zwar mit den in unserer Abhandlung[2]) angegebenen Zahlenwerten.

Auch behielten wir die von uns in unseren früheren Publicationen angewandte englische Bezeichnung der Intensität der Linien (von 1 bis 10) bei, wie selbe in Watts: «Index of Spectra» gebräuchlich ist und neuester Zeit auch von Kayser (a. a. O.) acceptiert wurde.

Existenz dreier verschiedener Spectren des Argons.

Das reine Argon zeigt in Plücker'schen Röhren, je nach der Verdünnung des Gases und der Art der elektrischen Entladung, mehrere Spectren, wovon Crookes zwei endeckt hatte, während wir noch ein drittes Spectrum des Argons auffanden. Die verschiedenen Spectren des Argons sind:

1. Das Spectrum der roth leuchtenden Capillare (rothes Argonspectrum nach Crookes), welches typisch in Argonröhren von 2 bis 5 *mm* Druck beim Durchschlagen des Ruhmkorff-Funkens ohne Flaschen auftritt. Wir wollen es das erste Spectrum des Argons nennen.

2. Das Spectrum der blau leuchtenden Capillare (das «blaue» Argonspectrum nach Crookes) tritt am reinsten in Argonröhren von 1 bis 2 *mm* Druck auf, wenn ein kräftiger Flaschenfunke verwendet wird. Wir wollen es das zweite Spectrum des Argons nennen.

3. Ausser den beiden erwähnten Argonspectren fanden wir noch ein drittes (s. vorher), welches entsteht, wenn man sehr grosse Condensatoren mit einem kräftigen Inductorium und starken Strömen in der Primärspule des Inductoriums zur Anwendung bringt. Unter diesen Umständen erhielten wir

[1]) «The blue Spectrum of Argon», Chem. News, 1895, pag. 99.

[2]) Vergl. pag. 161 dieser Abhandlungen.

(namentlich bei 15 bis 20 *mm* Druck) eine glänzend weisse Lichterscheinung in der Capillare. Bei geringem Drucke von 2 bis 10 *mm* ist das dritte Spectrum dadurch von den andern unterschieden, dass manche Linien des «blauen» Argonspectrums darin heller werden, während andere schwächer auftreten und neue Linien hinzukommen.

Das «rothe» Argonspectrum verschwindet dabei in Röhren mit niedrigem Drucke spurlos, in solchen von höherem Drucke aber bleibt es partiell bestehen.

Bei 20 *mm* Druck strahlt unter diesen Umständen die Capillare ein blendend weisses Licht aus, welches ein sehr merkwürdiges, für die Spectralanalyse principiell höchst wichtiges spectroskopisches Verhalten zeigt.

Die scharfen Linien des Spectrums verbreitern sich grösstentheils sehr stark, zum kleinen Theile bleiben sie scharf. Viele der Linien bleiben hiebei in völliger Coïncidenz mit Linien des blauen oder rothen Argonspectrums, aber einzelne Gruppen von Linien zeigen eine Verschiebung gegen Roth (durchschnittlich um vielleicht $^1/_2$ bis 1 AE.), obschon ihre Zusammengehörigkeit zu correspondierenden scharfen Linien des «blauen» Argonspectrums augenscheinlich vorliegt.

Bei manchen Linien findet eine einseitige Verbreiterung statt, so dass durch dieses Phänomen die erwähnte Verschiebung für eine scheinbare gehalten werden könnte. Dagegen sind bei vielen Linien die Verschiebungen um so vieles grösser als die Verbreiterungen, dass man gezwungen ist, eine wahre und wirkliche Verschiebung dieser Linien, respective Änderung der Wellenlinien anzunehmen, welche durchaus nicht unbedeutend ist, wenngleich man von vorneherein nicht zu dieser Annahme geneigt sein mag.

Den Grund, weshalb diese Verschiebungen nur einen Theil der Linien treffen, können wir derzeit nicht angeben, jedoch besteht ein gewisser Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen und dem in den Röhren herrschenden Druck, sowie der Art der elektrischen Entladung und der Temperatur in denselben.

Arbeitet man mit Argonröhren, in denen ein geringer Druck ($^1/_{10}$ bis 2 *mm*) herrscht, so ergibt sich die bemerkenswerte Thatsache, dass beim stundenlangen Dnrchschlagen des Funkens, wenn derselbe kräftig genug ist, allmählich das rothe Argonspectrum zurücktritt und mehr und mehr Linien des blauen Argonspectrums auftreten; bei Röhren von $^1/_{10}$ *mm* Druck zeigt sich anfangs ganz deutlich das rothe Argonspectrum, wenngleich es auch schon Linien des blauen Spectrums enthält; nach 1 bis 2 Stunden verliert sich aber das rothe Argonspectrum, indem augenscheinlich ein Theil des Argons, sei es durch Absorption eines eventuell vorhandenen fremden Bestandtheiles oder des Argons selbst durch die Aluminiumelektroden unter dem Einflusse des Funkens verschwindet.

Wir wollen an dieser Stelle erwähnen, dass wir das Spectrum des Glimmlichtes an den Elektroden im Inductionsfunken mit und ohne Leydenerflaschen studierten und constatierten, dass die Erscheinungen im weiten Theile des Rohres nicht identisch mit denjenigen in der Capillare sind. Ferner stellten wir fest, dass (wenigstens für den Bezirk $\lambda = 4806$ bis 3285) das Glimmlicht am positiven und negativen Pole bei Einhaltung sonst analoger Versuchsbedingungen identisch ist und somit die dem Stickstoffe charakteristischen Polerscheinungen beim Argon fehlen.

Trotzdem wir mehrfache und vorzüglich definierte Spectrumphotographien des Polglimmlichtes, welches sich übrigens nur sehr schwer photographieren lässt, erhielten, konnten wir doch niemals eine Bestätigung der Angaben von Crookes finden, dass das rothe Argonspectrum durch den positiven, das blaue durch den negativen Pol bedingt sei.

Auftreten des ersten Argonspectrums bei Verwendung der Tesla'schen Ströme von hoher Spannung und Frequenz.

Da die Einschaltung von Leydenerflaschen in die secundäre Spule des Inductoriums das Auftreten so verschiedener Spectren beim Argon zur Folge hat, erschien es uns von Interesse, den Versuch mit hochgespannten Strömen mit hoher Wechselzahl, wie selbe bei Verwendung von Wechselstrom in der bekannten von Tesla zuerst benützten Anordnung unter Verwendung eines Ölcondensators und einer starken Inductionsrolle mit grossen Condensatoren und eingeschalteter Funkenstrecke erhalten werden, auszuführen.

Der durch diese Anordnung und Verwendung eines Wechselstromes von 25 Ampères und 70 Volt in der Primärspule des ersten Transformators erzielte hochgespannte Strom des Öltransformators gieng bei einem Drucke von 20 *mm* sehr leicht durch die Argonröhre und es zeigte diese Röhre dabei ein prachtvolles Lichtbüschel an den Elektroden von rein carminrother Farbe (etwa wie brennendes Cyan); das Licht der Capillare dagegen war röthlichweiss und ziemlich schwach, vielleicht schwächer als das Elektrodenglimmlicht, welches den weiten Röhrentheil bis zur Capillare erfüllte. Das lichtschwache Spectrum des Capillarlichtes wurde photographiert und zeigte bei 6- bis 12 stündiger Belichtungszeit ($\lambda = 4806$ bis $\lambda = 3285$) das völlig reine erste (rothe) Argonspectrum ohne Spuren des blauen Spectrums. Es erscheinen die rothen Linien mit besonders starker relativer Helligkeit und dies mag der Grund sein, weshalb die Farbe der Argonrohre bei Verwendung von Tesla'schen Strömen eine andere (mehr tiefrothe) ist, während dieselben Rohre (20 *mm* Druck) mit gewöhnlichem inducierten Strome ohne Einschaltung von Leydenerflaschen wohl auch das rothe Spectrum geben, aber das Licht weniger stark roth gefärbt erscheint. — Die Tesla'schen Funkenentladungen scheinen Spectren zu geben, welche einer niedrigen Temperatur entsprechen.

Veränderungen des Argonspectrums bei lange andauerndem Durchschlagen des Funkens. — Allmähliches Verblassen des Spectrums und stärkeres Hervortreten des zweiten Spectrums.

Wir liessen durch eine Argonröhre unter Anwendung von Aluminiumelektroden bei 2 *mm* Druck die kräftigen Funken eines grossen Ruhmkorff'schen Inductoriums während 5 bis 6 Tagen durchschlagen und fanden, dass nach dieser Zeit die Rohre nur mehr schwierig das rothe Argonspectrum gaben, während (selbst ohne die Einschaltung von Leydenerflaschen) schliesslich immer mehr und mehr das blaue Argonspectrum dominiert, und zwar derartig, dass besonders im sichtbaren Theile dieses überwuchernd auftritt und nur einige rothe und orange Linien des ersten Argonspectrums bleiben, obwohl die Farbe des Lichtes noch immer roth, wenn auch etwas blaustichig erscheint. Rascher geht der Process des Verschwindens des ersten Argonspectrums bei 1 *mm* Druck vor sich (2 bis 3 Tage), bei 0·1 *mm* Druck sogar schon nach einigen Stunden, so dass man sich beeilen muss, mittelst des lichtstarken Spectrographen das erste Argonspectrum festzuhalten, da dasselbe sehr bald dem zweiten Spectrum Platz macht. Die Wandlung tritt umso eher ein, je stärker der Funke genommen wurde.

Nachstehende Tabelle gibt eine Anzahl von Messungen der Spectrallinien, welche bei Verwendung eines Argonrohres von 0·1 *mm* Druck zu Beginn des Funkendurchschlagens und nach mehrstündigem Gebrauche auftreten. In letzterem Falle kann man deutlich die Phänomene der eingetretenen grösseren Verdünnung (grüne Fluorescenz des Rohres infolge Auftretens von Kathodenstrahlen) erkennen.

Daraus geht hervor, dass das 0·1 *mm*-Rohr anfangs mit Ruhmkorff ohne Flasche das erste Argonspectrum zeigt, allerdings stark durchsetzt von Linien des zweiten Argonspectrums, ungefähr wie im Rohre mit 2 *mm* Druck, wenn ein starker Flaschenfunke mehrere Stunden durch das Rohr schlagen

gelassen wurde und dieses nun wieder zur Erzeugung des ersten Argonspectrums (ohne Leydenerflaschen einzuschalten) benützt wird. Die Verdünnung im 0·1 *mm*-Rohre nimmt nach mehrstündigem Gebrauche bedeutend zu; das Rohr zeigt, wie bereits gesagt wurde, eine starke, grüne Fluorescenz. Es wird also im Rohre ein Theil des Gasinhaltes absorbiert.

Tabelle I.

Argongas, 0·1 *mm* Druck, ohne Leydenerflasche.

(Capillare longitudinal.)

Zu Beginn des Funkendurchschlagens treten auf: (2 Stunden lang)	J.	Nach mehrstündigem Gebrauche	J.	Zu Beginn des Funkendurchschlagens treten auf: (2 Stunden lang)	J.	Nach mehrstündigem Gebrauche	J.	Zu Beginn des Funkendurchschlagens treten auf: (2 Stunden lang)	J.	Nach mehrstündigem Gebrauche	J.
4806	1	4806	1	4266	4	4266	2	3868	2	3868	2
4765	1	—	—	4259	5	—	—	3850	—	3850	3
4736	2	4736	1	4251	2	—	—	3834	3	—	—
4727	1	4727	1	4228	1	4228	1	3826	1	—	—
4702	1	—	—	4200	8	—	—	3809	1	—	—
4658	1	—	—	4198	8	—	—	3781	3	3781	1
4628	1	—	—	4191	8	—	—	3770	1	—	—
4609	4	4609	2	4190	5	—	—	3766	1	—	—
4596	1	—	—	4182	3	—	—	3765	3	3765	1
4589	3	4589	1	4164	3	—	—	3763	1	—	—
4579	2	—	—	4158	5	—	—	3738	2	—	—
4545	3	4545	1	4152	2	—	—	3729	4	3729	3
4522	2	—	—	4131	3	4131	1	3718	1	—	—
4510	4	—	—	4104	4	4104	2	3649	2	—	—
4481	1	4481	1	4082	1	—	—	{ 3606·69	4	—	—
4431	2	4431	1	4079	1	—	—	3606·05	1	—	—
4430	3	4430	3	4076	1	—	—	3588	4	3588	2
4426	4	4426	4	{ 4072·58	5	4072	3	3582	3	3582	1
4401	4	4401	3	4072·18	7			3581	2	3581	1
4400	1	4400	1	4044	4	—	—	3576	3	3576	1
4379	3	4379	2	4043	2	4043	1	3561	2	3561	1
4376	1	—	—	4013	3	4014	2	3559	3	3559	1
4371	3	4371	1	3979	1	—	—	3546	4	3546	1
4370	3	4370	1	3974	1	—	—	3545	4	3545	1
4348	4	4348	3	3968	1	—	—	3535	1	—	—
4345	—	—	—	3952	1	—	—	3514	3	3514	1
4335	3	—	—	3949	6	—	—	3511	1	3511	1
4333	5	—	—	3947	2	—	—	3509	1	—	—
4332	1	4332	1	3946	1	—	—	3491	5	3491	1
4331	3	4331	2	3944	2	—	—	3476	2	3476	1
4300	4	—	—	3928	3	3928	2	—	—	3336	1
4277	2	—	—	3892	1	—	—	—	—	3285	1
4272	4	4272	2	3875	1	—	—	—	—	—	—

Dann fehlen oder sind nur mehr äusserst schwach sichtbar alle Linien des ersten Argonspectrums, es bleibt nur mehr das zweite (blaue) Argonspectrum übrig. Ob dies mit einer gleichmässig zunehmenden Verdünnung des gesammten Gasinhaltes der Röhre allein im Zusammenhange steht oder ob nur ein Bestandtheil des Rohrinhaltes absorbiert wird und ein anderer Bestandtheil übrig bleibt, können wir nicht entscheiden.

Das Spectrum der blau leuchtenden Capillare («blaues» Argonspectrum) oder das zweite Spectrum des Argons.

Um das vollentwickelte zweite («blaue») Spectrum des Argons zu erhalten, arbeiten wir gewöhnlich mit Argonröhren von 2 bis 2·5 *mm* Druck; auch 1 *mm* Druck ist hiefür sehr gut geeignet. Der Ruhmkorff wird mit Gleichstrom der Elektricitäts-Gesellschaft von 110 bis 220 Volt Spannung gespeist und der Funke wird durch Einschalten von ein bis zwei Leydenerflaschen verstärkt.

Die Capillare des Argonrohres leuchtet unter diesen Umständen blau und die Helligkeit ist durchschnittlich dreimal so gross als jene der Lichterscheinung, welche das rothe Argonspectrum liefert. Wird das Spectrum in 2 *mm*-Röhren mit stärkstem Flaschenfunken (grosser Ruhmkorff, grosse Condensatoren, sehr starker Strom) erzeugt, so wird das Capillarlicht intensiv hellblau und dann tauchen neue Linien auf, welche in dem mit mässig starkem Flaschenfunken erzeugten normalen zweiten Argonspectrum fehlen, zum Beispiel: $\lambda = 4488$, die Gruppe 4182 bis 4172, 4065, 3800, 3795, 3391 (s. Tabelle) und andere von uns nicht speciell angeführte Linien, zum Beispiel in der Region $\lambda = 3285$ bis $\lambda = 3400$; jene Linien sind sogar eine Art Kriterium über die Art der Erregung der Röhren.

Bei sinkendem Drucke bei 0·1 *mm* bleibt das zweite Spectrum erhalten, die charakteristischen, durch den Flaschenfunken hervorgebrachten Linien bleiben constant, wenn auch die Gesammthelligkeit mit sinkendem Drucke eine geringere wird (s. die Tabellen). Dagegen ist unter sonst gleichen Verhältnissen b e i s t e i g e n d e m D r u c k e das zweite Argonspectrum nicht mehr rein zu erhalten, sondern mengen sich in diesem Falle immer mehr die Linien des ersten Argonspectrums dem zweiten bei (s. Tabelle III, Mischspectren).

Bei 20 *mm* Druck wird mit einem gewönlichen Ruhmkorff unter Einschaltung von zwei Leydenerflaschen in der Capillare das «blaue» (zweite) Argonspectrum nicht mehr erhalten, sondern man erhält ein Spectrum, welches im Charakter dem rothen Argonspectrum sehr ähnlich ist (Bezirk 4806 bis 3285). In diesem Bezirke fehlen zum Beispiel alle dem blauen Argonspectrum (Capillare 2 *mm* Druck, Flaschenfunken) eigenthümlichen Linien, dagegen sind zwar lichtschwach auftretend aber sehr schön definiert sämmtliche, dem rothen Argonspectrum (2 *mm* Druck, Funken ohne Flasche) charakteristische Linien zu constatieren; auffallend ist dabei das Verhalten der Linie $\lambda = 4702$, welche, als eine charakteristische Linie des rothen Argonspectrums, sehr lichtschwach auftritt. Das 20 *mm*-Rohr lieferte also der Hauptsache nach ein rothes (erstes) Spectrum ob mit oder ohne Verwendung von Leydenerflaschen, aber kein blaues (zweites) und zwar mit Flaschen ein incompleteres rothes Spectrum als ohne Flaschen, indem zum Beispiel die erwähnte lichtschwache Linie 4702 im 20 *mm*-Rohre beim Ausschalten der Flaschen sofort wieder lichtstark und deutlich hervortritt.

Das rothe Argonspectrum tritt also annähernd constant bei Verwendung eines Inductoriums ohne Flaschen in Rohren von 20 *mm* bis 2 *mm* Druck auf und zwar bei hohem Drucke reiner als bei geringem Drucke (unter 2 *mm*); bei 0·1 *mm* tritt sogar im Funken ohne Flaschen ein Gemisch von blauem und rothem Argonspectrum auf, welches bei andauerndem Gebrauche des Rohres immer mehr in das blaue Spectrum übergeht, während der Druck im Innern des Rohres von selbst sinkt.

Unsere Tafeln XI und XII zeigen, deutlicher als Worte es vermögen, die Änderungen, die Veränderungen im Aussehen des «rothen» Argonspectrums (Funken ohne Flaschen) bei der Änderung des Druckes von 2 *mm* bis 0·1 *mm*. Da unmittelbar darunter das «blaue» Argonspectrum (bei 5 *mm* Druck und mit Leydenerflaschen) in genauer Orientierung der Linien reproduciert ist und auf Taf. XI, Nr. 2 das «blaue» Argonspectrum bei 2 *mm* Druck, so ist das Phänomen genügend klargelegt.

Das zweite Argonspectrum ist mit zwei kleineren Leydenerflaschen bei 20 *mm* Druck nicht zu erhalten, sondern es tritt in diesem Falle ein incompletes rothes Argonspectrum auf; schon bei 10 *mm* Druck ändert sich dieses Verhalten, indem bereits mit kleinen Flaschenfunken das blaue Argonspectrum auftritt (gilt

für den Bezirk $\lambda = 4806$ bis 3285), welches bei 5, 2 und 1 *mm* Druck frei von Linien des rothen Argonspectrums wird. Aus den heliographischen Tafeln ist klar ersichtlich, dass das blaue Mischspectrum, wie man es beim Durchschlagen des Inductionsfunkens ohne Flaschen durch Argonrohre von 0·1 *mm* Druck erhält, nicht identisch ist mit dem reinen («blauen») zweiten Argonspectrum im 5 *mm*-Rohre (Taf. XII) und 2 *mm*-Rohre (Taf. XI) mit Flaschenfunken.

Das charakteristische Verhalten des «ersten» und «zweiten» Argonspectrums im sichtbaren Theile zeigt unsere Abbildung Taf. XII, Nr. 8 und 9, woselbst auch das im Nachfolgenden beschriebene «weisse» Argonspectrum reproduciert ist.

Das Spectrum der «weiss» leuchtenden Capillare; drittes Spectrum des Argongases.

Schaltet man in die secundäre Wickelung des Inductoriums (grosser Ruhmkorff) eine grössere Zahl von kräftigen Ölcondensatoren ein und arbeitet mit starken Strömen, so beginnt die Capillare der zum Versuche verwendeten Plücker'schen Röhre in hellem weissen Lichte zu leuchten und das Rohr wird stark erhitzt. Aus diesem letzteren Grunde gehen die verwendeten Röhren in zahlreichen Fällen bald zugrunde. Man kann diesem Übelstande durch Verwendung von Röhren, deren Drahteinschmelzstellen sehr sorgfältig gekühlt wurden, abhelfen; solche Röhren halten dann auch stundenlange aus und gestatten es, die erforderlichen Beobachtungen anstellen und längere Expositionen durchführen zu können.

Argonrohre, in denen das Gas unter geringem Drucke (1 bis 5 *mm*) steht, zeigen unter diesen Verhältnissen das ziemlich reine zweite Spectrum des Argons nebst einem Zuwachse von Linien (s. vorher); die Capillare leuchtet bläulichweiss (anstatt blau), was auf eine Änderung der relativen Helligkeitsvertheilung der Spectrallinie zurückzuführen ist.

Bei 20 *mm* dagegen wird die Farbe des Lichtes der Capillare blendend weiss und das Rohr sendet nunmehr das dritte Argonspectrum aus. Dieses dritte «weisse» Argonspectrum zeigt starke blaue und grüne Linien und im Roth bei Gelb ein continuierliches Spectrum, sowie verbreiterte Linien, so dass die Farbe des Lichtes, welches die Capillare des Rohres unter obigen Umständen aussendet, durch die Zusammenwirkung dieser Strahlen eine blendend weisse wird.

Merkwürdigerweise ändert sich das Aussehen des Argonspectrums unter obigen Verhältnissen am stärksten im rothen, gelben und grünen Bezirke, sobald man die grossen Öhlcondensatoren einschaltet, indem diese Bezirke auf den ersten Blick grosse Verschiedenheiten vom ersten und zweiten Spectrum des Argons zeigen (s. Taf. XII, 7, 8, 9). Es tritt im Roth und Gelb ein continuierliches Spectrum auf, welches nur mehr Reste der Linien des ersten und zweiten Argonspectrums enthält und zwar treten diese Linien verschwommen auf und zeigen Verschiebungen. Diese Linien sind zum Theile solche, welche dem ersten und zweiten Argonspectrum gewöhnlich zukommen, zum Theile solche, welche wohl im zweiten, nicht aber im ersten Argonspectrum zu sehen sind. Dagegen konnten wir im orangegelben bis grünen Bezirke des dritten Argonspectrums niemals Linien auffinden, welche sonst nur im ersten, nicht aber im zweiten Argonspectrum auftreten. Für die stärker brechbaren Bezirke lässt sich aber diese scheinbare Regelmässigkeit der Beziehungen der drei Argonspectren unter einander nicht mehr aufrecht erhalten.

Sonderbarerweise bleiben aber viele scharfe Argonlinien, von Grün und Blau angefangen ($\lambda = 5114$, s. Taf. XII) im dritten Spectrum deutlich erhalten, welche in analoger Intensitätsvertheilung im zweiten und theilweise auch im ersten Argonspectrum vorkommen, während entsprechend ebenso scharfe und helle Linien des letzteren im rothen und gelben Spectralbezirke beim dritten Spectrum sehr zurücktreten und durch ein continuierliches Spectrum verdrängt werden. Es ist ferner bemerkenswert, dass bei 20 *mm* Druck im dritten Argonspectrum starke Verbreiterungen der Linien auftreten, manchmal nach beiden Seiten der Linien, manchmal nur einseitig gegen Roth zu verschwommen und im Ganzen verschoben,

Allmähliches Verschwinden des dritten Spectrums bei sinkendem Drucke.

Bei 10 bis 15 *mm* Druck ist das Phänomen des dritten Argonspectrums ähnlich demjenigen bei 20 *mm*, jedoch gehen die charakteristischen Erscheinungen bei sinkendem Drucke verloren; bei 5 *mm* sieht man nur mehr die Überreste des verbreiterten Linienspectrums, gemischt mit einer überwiegenden Anzahl scharfer Linien.

Es wäre noch zu erwähnen, dass im dritten Argonspectrum bei 20 *mm* manche rothe Argonspectrumlinien erhalten geblieben sind, während bei 2 bis 3 *mm* Druck die rothen Argonspectrallinien spurlos verschwinden, wenn man grosse Ölcondensatoren einschaltet, wie dies zur Hervorbringung des dritten Argonspectrums bereits geschildert wurde.

Polspectren des Argons.

Die Untersuchung der Polspectren des Argons erschien uns von besonderer Bedeutung, da Lord Rayleigh und Ramsay (s. a. a. O.) erwähnten, «dass, wenn der Strom durch eine Inductionsspule in einer Richtung durch das Gas geleitet wird, das Ende der Capillarröhre, welches dem positiven Pole zugewendet ist, in rötherer, das dem negativen Pole zugewendete Ende in blauer Farbe erscheint». Sie berufen sich hiebei auf Baly's Angaben [1]), welcher sagt: «Wenn ein elektrischer Strom durch die Mischung zweier Gase geleitet wird, so trennen sie sich und das eine erscheint in dem negativen Lichte». Demzufolge würde sich nach Rayleigh und Ramsay der Schluss, dass das, was wir Argon nennen, in obigem heit ein Gemisch zweier Gase ist, welche bisher noch nicht getrennt werden konnten, sich aus Wahr Verhalten ergeben.

Auch Crookes [2]) schreibt: «Ich habe gelegentlich eine Röhre voll Argon in so empfindsamem Zustande gehabt, dass die Farbe der einen Seite einmal roth, und sobald der Strom nach der anderen Seite gewendet wurde, blau war. Die Inductionsspiralen, die durch einen ununterbrochenen Strom gespeist werden, sind in Bezug auf die Polarität des inducierten Stromes niemals symmetrisch und jede kleine Unregelmässigkeit in den metallischen Elektroden der Vacuumröhren wirkt auch wie ein Ventil; die rothe Farbe wird durch den negativen, die blaue durch den positiven Funken hervorgerufen». Nach diesen Schilderungen erscheint es am ersten Blick wohl kaum gerechtfertigt, daran zu zweifeln, dass das «rothe» und das «blaue» Argonspectrum verschiedenen Polentladungen zukommen; trotzdem nahmen wir dies keineswegs als erwiesen an, weil die genannten Forscher ja stets nur von der Farbe der Argonröhren sprechen, aber es unterliessen, das Glimmlicht an den Polen direct zu untersuchen. Unser Zweifel wurde dadurch bestärkt, dass wir erkannten, dass das bläuliche Glimmlicht an beiden Elektroden beim Argon in Röhren von 1 bis 2 *mm* Druck mit Funken ohne Flaschen keineswegs identisch mit dem blauen Lichte der Capillare sei, welches nach dem Einschalten selbst von kleinen Flaschen auftritt.

Es schien uns dagegen möglich, dass beim Polwechsel das bläuliche Glimmlicht ins Innere der Capillare vorschreiten könne und dann das rothe Capillarlicht verdränge und umgekehrt, ohne dass dieses bläuliche Licht identisch sein müsste mit dem indigoblauen Lichte der durch Flaschenfunken erhellten Capillare. Ein solches Vorschreiten des Glimmlichtes ist zum Beispiel beim Stickstoff nachgewiesen [3]).

Zur Entscheidung dieser und ähnlicher sich aufdrängenden Fragen konnte nur die directe Ausmessung der Glimmlichtspectren am positiven und negativen Pole im Funken mit und ohne Flaschen führen.

---

[1]) Proc. Phys. Soc. (1893), pag. 147.
[2]) Zeitschr. f. phys. Chemie, 1895, pag. 371.
[3]) Hasselberg: «Zur Spectroskopie des Stickstoffes», Mém. de l'Acad. imp. des Sc. de St. Pétersbourg, Tom. XXXII, Nr. 15 (1885).

Wir wählten zu diesen Versuchen Argonröhren von der in Fig. 33 angegebenen Form und einen Druck von 2 *mm*, da bei diesem Drucke das Hin- und Herschwanken des «rothen» und «blauen» Argonspectrums am leichtesten eintritt.

Im unreinen (stickstoffhältigen) Argon ist das Auftreten des Polglimmlichtes mit jenem einer orangegelben Lichterscheinung verbunden (s. später), welche, wenn nur wenig Stickstoff vorhanden war, bei andauerndem Durchschlagen des Funkens in dem Masse verschwindet, als der Stickstoff von den Elektroden absorbiert wird. In reinen Argonröhren treten gleichfalls Glimmlichterscheinungen auf und zwar sind die weiten Theile der Röhren von fluctuierenden Lichtmassen erfüllt, deren Helligkeit gegenüber jener des Lichtes in der Capillare eine mehr oder weniger geringe ist, und welche auch eine andere Farbe als die letztere aufweisen.

Wir suchten zunächst die Frage zu entscheiden, ob das Argon am positiven und negativen Pole verschiedene Spectren gibt (wie der Stickstoff) oder nicht. Zu diesem Zwecke ermittelten wir die Pole unseres Ruhmkorff, indem wir den Funken direct über einer Bromsilberplatte im Dunkeln überschlagen liessen und dadurch die bekannten Entladungsfiguren erhielten, so dass wir sicher sein konnten, an welchem Pole die positiven und an welchem die negativen Entladungen dominieren; hierauf wurden die Polentladungen in der Vacuumröhre derartig spectralanalytisch untersucht, dass das zufällige Eintreten des Capillarlichtes in den Spectralapparat ganz ausgeschlossen war. Das Glimmlicht allein gelangte bei dieser Anordnung und Verwendung oben angegebener Röhrenform in den Condensator; alles andere war abgeblendet.

Allerdings ist das Glimmlicht so schwach, dass man dasselbe nur schwer photographieren kann, und dies dürfte die Ursache sein, dass derartige Untersuchungen bisher wohl nur selten durchgeführt worden sind; aber wir konnten mit Hilfe unseres lichtstarken Gitterapparates und sehr lichtempfindlicher Trockenplatten diese Aufgabe durchführen, wobei wir trotzdem sehr lange belichten mussten.

Wir untersuchten Glimmlichterscheinungen bei Anwendung von Inductionsstrom mit und ohne Einschaltung von Leydenerflaschen, und zwar im 2 *mm*-Rohr, weil dieses «rothes» und «blaues» Argonlicht beidenfalls gut wiedergibt. Es wurde vom Blau, $\lambda = 4806$, bei (Ultraviolett) $\lambda = 3263$, photographiert und es konnte nicht die geringste Verschiedenheit der Spectren am positiven und negativen Pole bemerkt werden, weder beim «rothen» noch beim «blauen» Argonlicht (mit oder ohne Flaschen). Es kamen nach zwölfstündiger Belichtung in allen diesen Fällen die Spectren gut und reichlich ausexponiert auf der photographischen Platte zum Vorschein und zwar zeigten sich die Spectren des rothen Argonglimmlichtes am positiven und negativen Pole ganz identisch, sowohl bezüglich der Linienzahl, als auch der relativen Intensität der Linien. Auch die beiden Polspectren des «blauen» Argonlichtes (mit Leydenerflaschen) waren unter sich vollkommen identisch.

Um zu zeigen, dass unsere Spectrumphotographien des Glimmlichtes sehr schöne Definition und vollkommene Klarheit aufweisen, reproducieren wir eine dieser Aufnahmen (Glimmlichterscheinung am positiven Pole ohne Flaschen, Expositionszeit 12 Stunden) in Taf. XI.

Verschiedenheit des Glimmlichtspectrums des «rothen» und «blauen» Argonlichtes (erstes und zweites Argonspectrum).

Das die weiten Theile der Vacuumröhre erfüllende Glimmlicht bleibt beim Polwechsel constant, ändert sich aber beim Einschalten und Ausschalten der Leydenerflaschen in den secundären Stromkreis.

Schon äusserlich macht sich — analog wie bei der Farbe der leuchtenden Capillare — auch beim Glimmlicht eine Farbenänderung bemerkbar, je nachdem man mit oder ohne Flaschen arbeitet. Es ist auffallend, dass das Glimmlicht bläulich ist, wenn die Capillare vom roth leuchtenden Argon erfüllt ist und röthlich, wenn die Capillare das blaue Argonlicht (bei Einschaltung von Flaschen) gibt. Die Spectrum-

photographie (von $\lambda = 4806$ bis $\lambda = 3263$) gibt genauen Aufschluss über die Verschiedenheit der beiden Glimmlichtphänomene und zeigt uns, dass diese beiden Glimmlichtphänomene in sehr merkwürdiger Weise in Beziehung mit dem Lichte der Capillare stehen. Das Glimmlicht des ersten Argonspectrums bei 2 *mm* Druck enthält alle Hauptlinien und alle Mittellinien des Spectrums der blau leuchtenden Capillare (des zweiten Argonspectrums). Während im Glimmlichte charakteristische Linien des ersten Argonspectrums (in der Capillare) völlig fehlen, wie zum Beispiel die Linien $\lambda = 4702$, 4596, 4522, oder stark geschwächt erscheinen, wie 4251, 3834, bleiben andere Linien des ersten Argonspectrums im Glimmlichte gleichzeitig hell und deutlich vorhanden, zum Beispiel $\left\{\begin{matrix}4335\\4332\end{matrix}\right\}$, 4272, 4266, 4259, 4251, 4200, 4198, 4190, 4182, 4164, 4158, 4044, 3949, 3947 (diese kommen im Glimmlicht, sowie rothen Capillarlicht des ersten Argonspectrums vor). Weil aber dazu mit unerwarteter Helligkeit manche Linien des blauen Argoncapillarlichtes kommen, wie zum Beispiel 4545, 4277, 4131, 4104, 3946, 3944, 3850, 3561, 3559, 3545, so ändert sich das Aussehen mancher Liniengruppen des genannten Glimmlichtspectrums sehr, so dass es ganz merklich von jenem der roth leuchtenden Capillare verschieden ist und sich mehr dem Spectrum der blau leuchtenden Capillare nähert. Beim Glimmlichte des zweiten Argonspectrums tritt bei vielen Linien das Gegentheil ein, indem nämlich keine der stärkeren Linien des ersten Argonspectrums fehlt, manche Linien des zweiten Argonspectrums sogar schwächer sind als im Glimmspectrum des ersten Argonspectrums, während viele Linien des zweiten Argonspectrums aber auch im blauen (zweiten) Argon-Glimmlichtspectrum vorkommen. Somit correspondiert das Glimmlicht nirgends mit dem Capillarlicht und damit wird auch die Hypothese Wüllner's, dass das Capillarlicht eine Summe des schwachen Lichtes im weiten Theile der Röhre (Glimmlicht) ist, hinfällig.

Tabelle II.

I		II		III		IV		Anmerkungen
Glimmlicht ohne Flasche 2 *mm*	J.	Glimmlicht mit 2 kleinen Flaschen 2 *mm*	J.	Rothes Capillarlicht ohne Flasche 2 *mm*	J.	Blaues Capillarlicht mit Flasche 2 *mm*	J.	
4806	1	4806	5	4806	5	4806	6	**
4765	5	4765	3	4765	3	4765	6	
4736	1	4736	5	4736	4	4736	6	
4727	2	4727	4	4727	2	4727	6	
—	—	4702*	2	4702	2	—	—	*
4658	4	4658	3	4658	3	4658	6	
4628	4	4628	4	4628	4	—	—	*
4609	5	4609	4	4609	5	4609	6	
—	—	4596*	2	4596	4	—	—	*
4590	4	4590	4	4590	3	4590	5	**
4579	5	4579	5	4579	3	4579	6	**
4545	5	4545	4	4545	3	4545	6	**
—	—	4522*	3	4522	4	—	—	*
4510	5	4510*	5	4510	6	—	—	*
4482	4	4482	4	4482	1	4482	6	
4475	3	4475	1	4475	$^1/_2$	4475	3	
4431	4	4431	6	4431	5	4431	7	
4430	3	4430	5	4430	4	4430	6	
4426	6	4426	5	4426	3	4426	5	
4401	3	4401	6	4401	3	4401	4	
4400	3	4400	6	4400	3	4400	4	
4376	4	4376	4	—	—	4376	1	

* Charakteristisch für das erste Spectrum des Argons.
** Charakteristisch für das zweite Spectrum des Argons.

I		II		III		IV		
Glimmlicht ohne Flasche 2 *mm*	J.	Glimmlicht mit 2 kleinen Flaschen 2 *mm*	J.	Rothes Capillarlicht ohne Flasche 2 *mm*	J.	Blaues Capillarlicht mit Flasche 2 *mm*	J.	Anmerkungen
4375	2	4375	2	—	—	4375	1	
4371	5	4371	5	4371	2	4371	5	
4370	5	4370	5	4370	2	4370	5	**
4348	6	4348	5	4348	5	4348	8	
4345	3	4345*	4	4345	5	4345	2	*
4335	3	4335*	5	4335	4	—	—	*
4333	5	4333*	5	4333	5	—	—	
4332	1	4332	4	—	—	4332	4	
4331	2	4331	4	—	—	4331	5	
4300	5	4300	5	4300	4	4300	2	*
4283	6	4283	6	—	—	4283	4	
4277	5	4277	5	—	—	4277	6	**
4272	5	4272	5	4272	6	—	—	*
4266	5	4266	5	4266	6	4266	5	
4259	5	4259	5	4259	5	—	—	*
4251	1	4251	4	4251	3	—	—	*
4237	3	4237	1	—	—	4237	2	
4228	4	4228	4	4228	2	4228	5	
4200	8	4200	8	4200	8	—	—	*
4198	8	4198	8	4198	8	—	—	*
4191	8	4191	8	—	—	—	—	
4190	8	4190	8	4190	7	—	—	*
4182	4	4182	4	4182	6	—	—	*
4164	4	4164	4	4164	5	—	—	*
4158	6	4158	6	4158	7	—	—	*
4131	6	4131	4	4131	1	4131	4	**
4104	5	4104	5	4104	3	4104	5	**
4082	2	4082	2	—	—	4082	2	
4080	1	4080	4	—	—	4080	2	
4079	2	4079	2	—	—	4079	2	
4077	1	4077	1	—	—	4077	2	
4076	1	4076	1	—	—	4076	2	
4072	6	4072	6	4072	1	4072	5	**
4046	4	4046	6	4046	3	—	—	*
4044	3	4044	3	4044	4	—	—	*
4043	1	4043	1	—	—	4043	1	**
4014	1	4014	5	4014	3	4014	4	
3968	1	3968	1	3968	1	3968	5	
3961·63	10	3961·63	10	3961·63	10	3961·63	10	(Aluminium-Hauptlinie)
3949	5	3949	5	3949	6	—	—	*
3947	1	3947	3	3947	6	—	—	*
3946	2	3946	1	—	—	3946	5	** mit dieser Linie fällt die zweite Aluminiumlinie nahe zusammen, weshalb sie verstärkt (verbreitert) erscheint
3944	6	3944	3	—	—	3944	5	
3932	1	3932	3	—	—	3932	2	**
3928	5	3928	4	3928	3	3928	5	**
—	—	3872	1	—	—	—	—	
3868	3	3868	4	3868	3	3868	5	**
3850	5	3850	4	3850	4	3850	5	
3834	3	3834	3	3834	4	—	—	
—	—	3826	1	—	—	3826	3	**
3809	1	3809	1	—	—	3809	2	*
3799	1	3799	3	—	—	3799	2	**
3795	1	3795	3	—	—	3795	2	
3781	2	3781	1	3781	2	3781	5	
3770	1	3770	1	3770	2	3770	2	

* Charakteristisch für das erste Spectrum des Argons.
** Charakteristisch für das zweite Spectrum des Argons.

I		II		III		IV		Anmerkungen
Glimmlicht ohne Flasche 2 *mm*	J.	Glimmlicht mit 2 kleinen Flaschen 2 *mm*	J.	Rothes Capillarlicht ohne Flasche 2 *mm*	J.	Blaues Capillarlicht mit Flasche 2 *mm*	J.	
3766	1	3766	1	—	—	3766	1	*
3765	1	3765	1	3765	1	3765	2	
3763	1	3763	1	—	—	3763	2	
3738	3	3738	3	—	—	3738	3	*
3729	5	3729	5	3729	5	3729	6	*
3718	2	3718	2	—	—	3718	3	*
3649	1	3649	1	—	—	3650	1	
—	—	3606	4	3606	1	3606	2	*
3588	5	3588	5	3588	3	3588	6	*
3582	6	3582	6	—	—	3582	6	
3581	5	3581	5	—	—	3581	6	
3576	1	3576	1	3576	1	3576	5	
3565	1	3565	1	3565	1	3565	6	
3561	5	3561	5	3561	2	3561	6	*
3559	5	3559	5	3559	2	3559	3	*
3546	2	3546	2	3546	2	3546	4	*
3545	2	3545	2	3545	2	3545	4	*
—	—	3535	4	—	—	3535	2	*
3514	2	3514	5	—	—	3514	5	*
3511	2	3511	2	—	—	3511	3	
3509	2	3509	2	3509	2	3509	3	*
3491	6	3491	6	3491	3	3491	6	*
3476	2	3476	4	3476	2	3476	4	*

* Charakteristisch für das zweite Spectrum des Argons.

Vorstehende Tabelle II gibt in übersichtlicher Darstellung die Resultate, wie sie mit demselben Rohre, Anwendung desselben Stromes mit und ohne Leydenerflaschen die Glimmlicht- und Capillarlicht-Spectren ergeben. Wenn auch in dieser Tabelle die Zahlen von Colonne III und IV nicht völlig mit den in der grossen Tabelle III angegebenen Intensitäten der Linien des ersten und zweiten Argonspectrums übereinstimmen, so geben wir auch die nicht vollkommen übereinstimmenden Ziffern absichtlich dennoch hier an. Der Grund hiefür liegt darin, weil die Intensitätsziffern unmittelbar am selben Rohre beobachtet wurden, mit welchem die in Colonne I und II angestellten Beobachtungen gemacht worden sind. Die kleinen Unterschiede in der Intensitätsangabe sind darauf zurückzuführen, dass die 2 *mm*-Argonröhren das erste Argonspectrum nicht völlig rein geben und dass somit kleine Abweichungen in der Intensität thatsächlich vorhanden gewesen sind; ferner ist zu berücksichtigen, dass es schwer ist, mit der zehntheiligen Scala die Intensitäten völlig übereinstimmend zu schätzen. Dennoch ist der Intensitätsvergleich der bald stärker auftauchenden Linien im Glimmlicht und in der Capillare mit oder ohne Flaschen aus unserer Tabelle leicht möglich und diese Tabelle gestattet es, sich über diese Verhältnisse ein klares Bild zu machen. Im Glimmlichtspectrum des Argons taucht eine sehr starke Linie, $\lambda = 3961 \cdot 63$, auf und eine zweite, welche mit der Argonlinie $\lambda = 3944$ fast coïncidiert. Es sind dies zwei Aluminiumhauptlinien, $\lambda = 3961 \cdot 68$ und $3944 \cdot 16$, welche wahrscheinlich deshalb auftraten, weil der Spectralapparat direct gegen die Aluminiumelektrode gerichtet war.

Über das spectrale Verhalten von stickstoffhaltigem Argon.

Wir liessen das uns zur Verfügung stehende Argongas in zwei Serien von Röhren durch Götze in Leipzig fällen. Bei der zweiten Serie wurde das wieder aufgefangene Gas verwendet und waren dabei sehr geringe Mengen Stickstoff in dasselbe gelangt.

In der That gab das letzte Argon in Vacuumröhren, bei 2 bis 3 *mm* Druck gefüllt, zu Beginn des Durchschlagens des Funkens ein gelbliches Glimmlicht im weiten Theile des Rohres, aber dieses Licht verschwand nach wenigen Minuten des Funkendurchschlagens ebenso wie Andeutungen des Quecksilberspectrums und es trat das blaue und rothe Argonlicht in der Capillare des Rohres prächtig hervor. Bei Röhren, welche mit Gas von höherem Drucke gefüllt waren (5 bis 20 *mm*), hielt das orangegelbe Licht länger an und während dieser Zeit konnte auch durch Ein- und Ausschalten von Flaschen beim Durchschlagen des Funkens der Wandel vom blauen ins rothe Argonlicht in der Capillare nicht erzielt werden. Erst nach stundenlangem Durchschlagen des Funkens (mit Flaschen) war das Gas soweit gereinigt, dass die charakteristischen Argonerscheinungen in der Capillare auftraten. Dies dauerte bei unseren Aluminiumelektroden beim 2 *mm*-Rohre beiläufig zwei Stunden, beim 20 *mm*-Rohre 8 bis 12 Stunden und es konnte überhaupt nur durch sehr kräftige Funken, welche die Aluminiumelektroden ins beginnende Glühen versetzten, diese Selbstreinigung des Röhreninhaltes erfolgen. Es soll hier bemerkt werden, dass bei geringem Drucke die Wände der Röhren rasch sich mit einem Platin-, respective Aluminiumspiegel bedecken, während dies bei grösserem Druck nur langsam geschieht.

Wir untersuchten das Spectrum derartig frisch gefüllter Röhren und fanden im 20 *mm*- und 10 *mm*-Rohre stets nur das reine Stickstoffspectrum und nicht die Spur der charakteristischen blauen und ultravioletten Argonlinien, welche bei reinem Argon überaus kräftig hervortreten. Daraus geht hervor, dass thatsächlich kleine Verunreinigungen von Stickstoff das Erscheinen des Argonspectrums verhindern (über Collie und Ramsay's Untersuchungen s. später).

Bei andauerndem Durchschlagen des Flaschenfunkens tritt das Argonspectrum immer reiner hervor. Im blauen bis ultravioletten Theile des ersten Argonspectrums sind es namentlich die Linien $\lambda = 4702$, 4628, 4596, 4522, 4510, 4345, 4335, 4333, 4272, 4266, 4259, insbesonders die Gruppe 4200 bis 4158, ferner 3949 und 3947, welche neben anderen schwachen Linien hervortreten. Beim längeren Durchschlagen des Funkens bleiben nur mehr die Kanten der Stickstoffbanden übrig, welche ebenfalls bald verschwinden und dem reinen Argonspectrum Platz machen.

In Stickstoff, aus atmosphärischer Luft dargestellt, konnten wir niemals Argonlinien entdecken, so sehr wir uns auch bemühten. Es werden offenbar die kleinen Argonmengen total durch den Stickstoff erdrückt und eine allmähliche Entfernung des Stickstoffes durch tagelanges Durchschlagen des Funkens gelang uns nicht so weit, dass wir das Auftreten des Argonspectrums hätten constatieren können. Der Grund dürfte darin gelegen sein, dass in zugeschmolzenen Vacuumröhren zufolge der Absorption des Stickstoffes die Verdünnung sehr langsam, aber dennoch, an den Glimmlichterscheinungen kenntlich, steigt und schliesslich eine so hohe Grenze erreicht, dass das Argon keine günstigen Bedingungen für das Auftreten der dasselbe charakterisierenden Spectren findet. Die Anwesenheit selbst kleiner Mengen von Stickstoff ruft grosse Veränderungen im Argonspectrum hervor, wie Rayleigh und Ramsay angeben und später Collie und Ramsay[1]) weiter ausführten. Sie beobachteten, dass in einem Rohre mit Platin-

---

[1]) J. N. Collie und Ramsay stellten sorgfältige Untersuchungen an, um zu ermitteln, welche Beimengung an einem fremden Bestandtheil ein Gas haben kann, ohne dass seine spectroskopischen Merkmale verschwinden. Es ergab sich, dass das Spectrum manchen Gases bei bestimmter Beimengung eines fremden Gases verschwindet, aber bei einer weiteren Verdünnung wieder auftritt. Sie untersuchten namentlich Helium und Argon nebst Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff. Bezüglich des Argons fanden sie, dass ein Theil Stickstoff in 1200 Theilen Argon bei einem Drucke von 1 *mm* noch erkennbar ist, bei Verminderung des Druckes auf 0·2 *mm* erlischt das Stickstoffspectrum. Viel schwieriger ist der Nachweis kleiner Mengen von Argon im Stickstoff; da das Stickstoffspectrum dominiert, ist es zweifelhaft, ob man spectroskopisch einen niederen Procentsatz von Argon im Stickstoff erkennen kann. Während ausserordentlich kleine Mengen von Wasserstoff und Stickstoff im Argon, sowie auch im Helium spectralanalytisch erkennbar sind, so ist es umgekehrt nicht möglich, kleine Mengen von Argon und Helium in den erstgenannten Gasen zu erkennen, sondern es müssen grössere Mengen Argon und Helium vorhanden sein, um nachweisbar zu sein. Ebenso ist ein grosser Gehalt von Helium bei Gegenwart von Argon erkennbar (zum Beispiel 25% Helium bei 0·09 bis 0·02 *mm* Druck ist eben noch nachweisbar, bei 3·5 *mm* Druck aber verschwinden die Heliumlinien bereits, bei 1·7 *mm* Druck geben sich 80% Helium noch deutlich zu erkennen); im Argonspectrum ist die orangegelbe Linie und die erste grüne Gruppe

elektroden das Stickstoffspectrum verschwindet, wenn die elektrischen Entladungen vier Stunden lang eingewirkt haben. Auch Magnesiumelektroden entfernen alle Spuren von Stickstoff, doch wird aus dem Magnesium Wasserstoff entwickelt (der wahrscheinlich schon früher vom Magnesium absorbiert worden war).

Auch Crookes beobachtete die Absorption von Stickstoffspuren aus Argon in Vacuumröhren, wenn der elektrische Funke durchschlägt. In seinen Röhren, welche Argon von 3 *mm* Druck enthielten, verdampfte das Platin[1]), legte sich am Glase des Rohres an und absorbierte den rückständigen Stickstoff. Ähnlich kann man das Argon durch längeres Durchleiten reinigen, wenn man Aluminiumelektroden verwendet, welche auch den Sauerstoff absorbieren[2]).

Irgendwelche Coïncidenz der vielen Argonlinien mit den Stickstofflinien des Stickstoffspectrums erster und zweiter Ordnung (Banden- und Linienspectrum) konnten wir nicht nachweisen und es ist uns nicht gelungen, auch nur die Spur eines Bandenspectrums beim Argon zu erhalten, was bei anderen Elementen in der Regel gelingt. Das Verhalten des Argons ist in dieser Beziehung ein ähnliches, wie jenes des Wasserstoffes, bei welchem die Spectren verschiedener Ordnung stets Linienspectren sind.

Übrigens ist der Nachweis, dass dem Argon im Ultraviolett ein so helles linienreiches Spectrum zukommt, insoferne bemerkenswert, als der Stickstoff in diesen Bezirken eine äusserst geringe Lichtkraft unter sonst gleichen Verhältnissen aufweist und sich derartig anders verhält, dass man wohl zu der Annahme berechtigt ist, dass Stickstoff und das Argon nicht zu verwandten Elementengruppen gehören.

Friedländer[3]) erwähnt, «dass die violette Linie $\lambda = 4200$ entweder dem Argon und Stickstoff gemeinsam sei oder dass der Stickstofflinie $\lambda = 4200$ eine Argonlinie so nahe liege, dass sie nur um Hundertel $\mu\mu$ differieren». Aus unseren Messungen ergibt sich deutlich, dass die fragliche Linie keine einfache, sondern eine intensive Argondoppellinie von der Wellenlänge $\lambda = \begin{Bmatrix} 4200\cdot79 \\ 4198\cdot40 \end{Bmatrix}$ ist (wie bereits Crookes wahrnahm), welche in dem reinen Argonspectrum stets vorkommt, jedoch nur im ersten Argonspectrum zu grosser Helligkeit gelangt, dagegen im zweiten Spectrum stark zurückbleibt, was besonders von der brechbareren Componente gilt. Im Stickstoffspectrum finden sich, wie Hasselberg[4]) nachwies, mehrere Linien an einer eng benachbarten Stelle (von der Wellenlänge 4201·7, 4201·0, 4200·3 im positiven Bandenspectrum, reduciert auf Rowland's Normalspectrum), welche bei geringer Dispersion den Eindruck einer stark mit der obigen Argonlinie coïncidierenden Linie machen, während thatsächlich keine Coïncidenz vorhanden ist.

---

der Argonlinien sehr beständig. Zum Nachweis des Heliums ist die gelbe Linie (D_3) wenig geeignet wegen ihrer Coïncidenz mit einer der gelben Stickstoffbanden. Dagegen sind die grünen Heliumlinien beständiger und leichter zu identificieren. Bei abnehmendem Drucke nimmt im reinen Heliumspectrum die gelbe Linie rascher an Lichtstärke ab als die grünen Linien (Zeitschr. f. phys. Chemie, 1896, Bd. XIX, pag. 701).

Friedländer liess während längerer Zeit durch Argon, welches vermuthlich etwas Helium enthielt, den Funken schlagen (Platinelektroden); es verschwand allmählich das Argonspectrum, das Spectrum der Capillare war nur mehr das zweite Argonspectrum (wie wir dies früher schon beschrieben haben, Eder und Valenta), dann war das Argonspectrum fast ganz verschwunden und ein Platinspiegel bedeckte einen Theil der Röhre, dann blitzte die gelbe Heliumlinie D_3 auf und verschwand bald, weshalb Friedländer schloss: das Platin reagiert nach längerer Einwirkung auf Helium, ähnlich, wie dies Troost und Ouvrard für Magnesium (Compt. rend., Bd. CXXI, pag. 394) und Brauner für Aluminium (Chem. News., Bd. LXXI, pag. 217) nachgewiesen haben (Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. XIX, pag. 665). — Vergl. auch Mugdan: «Argon und Helium» (Stuttgart 1896, bei F. Enke).

[1]) Crookes nennt dies «elektrische Verdampfung» (vergl. d. diesbezügl. Abhandl., Roy. Soc. Proc., 1891, Bd. L, pag. 881).

[2]) Interessant ist die Beobachtung, welche wir mit Aluminiumelektroden bei unseren Argonuntersuchungen wiederholt machten. Bei Röhren von 3 *mm* Druck und Aluminiumelektroden bildet sich beim Gebrauche sehr rasch ein metallischer spiegelnder Beleg der Innenwände und die negative Elektrode beginnt selbst bei Verwendung von nicht besonders hochgespannten Inductionsströmen zu glühen und glüht dann, wenn der Strom ausgeschaltet wird, kurze Zeit nach. Bei diesem Vorgange schmilzt die Drahtelektrode zu einem kleinen Klümpchen zusammen, ohne dass die Rohre sonst Schaden leiden würden.

[3]) Zeitschr. f. phys. Chemie, 1896, pag. 661.

[4]) Watts: «Index of Spectra».

Einfluss von Wasserstoff, Kohlenwasserstoffen und Quecksilberdampf auf das Argonspectrum.

Wasserdampf ist dem Argonspectrum schädlich, selbst wenn nur kleine Mengen (zufolge unvollkommenen Trocknens beim Evacuieren) vorhanden sind. Es entsteht beim Durchschlagen des Funkens alsbald Wasserstoff, welcher die Farbe des Argonrohres ändert und so constant auftritt und das Spectrum dominiert, dass man sogar die Farbenänderung von Roth in Blau beim Einschalten von Leydenerflaschen nicht mehr wahrnimmt. Die Wasserstofflinien treten kräftig hervor und die Argonlinien kommen kaum zum Vorscheine. Es ist also nöthig, das Argon vor dem Füllen in die Röhren mit Hilfe von Phosphorpentoxyd sorgfältigst zu trocknen. In ähnlicher Weise wirken Spuren von Kohlenwasserstoffen störend. Wir verkitteten die Röhren mittelst Canadabalsam mit den als Verschluss dienenden Quarzplatten, welche auf den verbreiterten Rand der Röhren aufgeschliffen waren. Die Spuren von Kohlenwasserstoff, welche beim Evacuieren der Röhren aus dem schon längere Zeit erhärteten Canadabalsam ins Innere des Rohres drangen, änderten die Farbe der Argonröhren beim Durchschlagen des Funkens und waren in höchstem Grade störend, so dass wir mit solchen Röhren das äusserste Ultraviolett mit dem Quarzspectrographen nicht feststellen konnten. Dies gelang uns erst mit Röhren, welche einen Quarzconus mit planparallelen Flächen besassen, der sorgfältig eingeschliffen und nur mit äusserst wenig Talg gefettet worden war.

Die kleinen Spuren von Quecksilberdampf, wie sie unter Umständen beim Evacuieren der Röhren mit der Quecksilberpumpe in die Argonröhren gelangen, störten uns nicht; jedoch konnten wir das Auftreten einiger weniger Quecksilberhauptlinien beobachten. Stark und auffallend trat nur im brechbarsten Theile des ersten Argonspectrums die starke Quecksilberlinie $\lambda = 2536 \cdot 7$ auf; wir erwähnen dies, weil das Auftauchen dieser Linie vielleicht zu Irrthümern Anlass geben könnte. Diese Quecksilberlinie verschwindet aber beim Einschalten von Flaschen und es bleibt nur das zweite Argonspectrum übrig.

Über die günstigste Beobachtungsart zur Identificierung von Argon.

Soll in Gasgemischen Argon nachgewiesen werden, so ist dasselbe vom Stickstoffe mittelst der Rayleigh'schen Methode zu trennen, nachdem vorher das Gas sorgfältigst getrocknet und etwa vorhandene Kohlenwasserstoffe durch Verbrennen im Kupferoxydrohre und Absorption der Kohlensäure und des Wassers entfernt worden sind.

Die Sammelgefässe, sowie das Quecksilber müssen sorgsam getrocknet sein; ebenso ist das Gas nach der Behandlung mit glühendem Magnesium von Wasserstoff und Wasser zu befreien. Der erstere wird durch Verbrennung, das Wasser durch Überleiten des Gases über Phosphorpentoxyd entfernt; nur auf diese Weise ist das Auftreten von Wasserstoff im Argongase zu vermeiden, welches die Spectren sehr störend beeinflussen würde. Dichtungen der Rohre mit Canadabalsam sind zu vermeiden und am besten ist die Füllung im angeschmolzenen Glasrohre vorzunehmen, denn der charakteristische Theil des Argonspectrums dringt durch die Glaswände der Röhren hindurch, so dass Quarzverschlüsse zur Identificierung des Argons entbehrlich sind. Spuren von Stickstoff sind störend (s. pag. 238), verschwinden jedoch von selbst, wenn man den Flaschenfunken bei Verwendung von Aluminiumelektroden genügend lange hindurchschlagen lässt, bis beim Ein- und Ausschalten der Leydenerflaschen der Farbenwechsel von Blau in Roth in der Capillare sichtbar wird[1]. Argon reagiert viel später auf Aluminium. Es ist

[1] Der Gehalt eines Gases an Feuchtigkeit und Stickstoff kann zu Irrthümern Veranlassung geben, weil eine schwache Farbenänderung der Capillare beim Ein- und Ausschalten der Flaschen und Variabilität der grünen, rothen und blauen Linien auftritt, indem je nach der Art der elektrischen Erregung bald das Wasserstoff- und bald das Stickstoffspectrum dominiert. Bei einiger Übung ist aber ein Irrthum ausgeschlossen, insbesonders wenn man sich der photographischen Methoden bedient.

empfehlenswert, einige Rohre bei 2 *mm* Druck zu füllen, welche namentlich im optisch hellen Theile beim Ein- und Ausschalten von Leydenerflaschen das charakteristische erste und zweite Argonspectrum geben und zu photographischen Aufnahmen, besonders zur Identificierung des zweiten Argonspectrums dienen.

Ferner kann man Röhren bei 5 *mm* Druck füllen, welche besonders zur Aufnahme des ersten Argonspectrums dienen, jedoch sind derartige Röhren entbehrlich. Eventuell können noch Röhren mit 20 *mm* Druck hergestellt werden, welche zur Herstellung des dritten Argonspectrums dienen, wobei zu hoffen ist, dass fremde Gase, welche bei diesem Drucke noch keine Verbreiterungs- oder Verschiebungsphänomene aufweisen, deutlicher neben Argon hervortreten.

Tabelle III.

Wellenlänge der Linien der Argonspectren (bezogen auf Rowland's Normalspectrum).

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	7723·4	2	—	—	In diesem Bezirke wurden von uns nebenstehende Linien wohl gesehen, aber nicht gemessen		—	—	—	—	—	—	
7646	2	—	—	7635·6	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	7515·1	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
7506	4	—	—	7503·4	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
7377	3	—	—	7383·9	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
7263	2	—	—	7271·6	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	7146·8	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
7056·4	10	—	—	7066·6	7	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	7029·2	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
6965·6	9	—	—	6964·8	8	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6937·8	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
6842	2	—	—	6870·6	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6786·5	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
6754	6	—	—	6752·7	3	6684·2	2			—	—	—	—	—	—	
6664	6	—	—	6676·5	3	6644·2	3			—	—	—	—	—	—	
—	—	6628	4	—	—	6638·6	2			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	6482·8	1			—	—	—	—	—	—	
6407	9	—	—	6415·2	5	—	—			—	—	—	—	—	—	
6377	2	—	—	6384·5	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6368·0	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
6302	4	—	—	6307·8	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
6281	2	—	—	6296·8	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	6243·7	2			—	—	—	—	—	—	
—	—	6232	4	—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6217·5	1	6215·6	1			—	—	—	—	—	—	
6210	6	—	—	6212·5	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
6173	6	6173	6	6172·9	2	6172·3	3			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6170·3	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6155·2	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
6143	2	—	—	6145·6	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	6140·9	1			—	—	—	—	—	—	
—	—	6120	6	—	—	6114·1	3			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6106·1	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
6099	4	—	—	6098·8	1	—	—			—	—	—	—	—	—	
6056	2	—	—	6059·5	4	—	—			—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6052·7	2	—	—			—	—	—	—	—	—	
6045	3	—	—	6043·0	4	—	—	—	—	6043·68	1	—	—	—	—	

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
6038	8	6038	8	6031·5	5	—	—	6032·69	3	6032·69	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	6025·8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	6013·6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	5999·5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	5987·5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	5943·5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5926	4	5926	4	5928·5	2	—	—	5928·61	1	5928·61	1	—	—	—	—	
5909	6	—	—	5912·22	4	—	—	5912·48	4	5912·48	1	—	—	—	—	
5887	6	—	—	5888·93	3	—	—	{5889·02	3	5889·02	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	5882·78	2	—	—	{5883·03	2	—	—	—	—	—	—	
5858	4	—	—	5860·6	2	—	—	5860·69	2	—	—	—	—	—	—	
5834	2	—	—	—	—	—	—	5834·63	2	5834·63	1	—	—	—	—	von Orangeroth bis circa λ = 4500 ein continuierliches Spectrum, welches sich über das ganze Ultraviolett, jedoch viel schwächer, hinzieht. Das Maximum liegt im Gelbgrün
—	—	—	—	5832·3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5803	1	—	—	5802·4	1	—	—	5802·45	2	—	—	—	—	—	—	
5571	2	—	—	5772·5	1	—	—	5772·52	3	5772·52	1	—	—	—	—	
5746	6	—	—	—	—	—	—	5739·87	5	5739·87	2	—	—	5739·87	1	etwas unscharf nach Roth zu
—	—	—	—	—	—	—	—	5701·19	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5691·94	1	5691·94	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	5690·1	1	—	—	5690·19	3	5690·19	1	—	—	—	—	
5683	2	—	—	5683·0	1	—	—	5682·26	4	5682·26	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	5659·4	1	—	—	5659·47	4	5659·47	2	—	—	—	—	
5651	9	—	—	5650·90	4	—	—	5651·03	8	5651·03	5	—	—	5651·03	2	nach Roth zu verbreitert
—	—	—	—	—	—	—	—	5649·02	3	5649·02	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5641·74	2	5641·74	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5639·39	1	5639·39	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5637·68	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5635·91	2	5635·91	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5624·06	1	5624·06	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5621·28	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5618·30	3	5618·30	1	—	—	—	—	
5610	9	—	—	—	—	—	—	5607·44	8	5607·44	6	—	—	5607·44	3	gegen Roth zu verbreitert
—	—	—	—	5606·84	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	5599·6	1	—	—	5600·91	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5597·89	5	5597·89	3	—	—	5597·89	1	etwas unscharf
—	—	—	—	5589·4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5582·20	3	5582·20	1	—	—	5582·20	1	"
—	—	—	—	5581·3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5577·98	2	—	—	—	—	
5567	2	—	—	5572·71	3	—	—	5572·87	6	5572·87	4	—	—	5572·87	2	etwas unscharf, nach Roth verbreitert
—	—	—	—	—	—	—	—	5559·93	3	5559·93	2	} Bis in dieser Region annähernd dasselbe, wie reines erstes Spectrum		5559·93	1	"
5557·0	10	—	—	5558·80	5	—	—	5559·02	6	5559·02	8			5559·02	3	"
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5554·37	2			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5534·73	1	5534·73	1			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5529·18	1	5529·18	1			—	—	
5520	1	—	—	5525·2	1	—	—	5525·27	4	5525·27	2			5525·27	1	"
5501	2	—	—	5506·7	1	—	—	5506·42	5	5506·43	3			5506·42	1	"
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5498·55	2			—	—	

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
5496·5	8	—	—	5496·02	4	—	—	5496·16	8	5496·16	6	Bis in dieser Region annähernd dasselbe, wie reines erstes Spectrum		5496·16	3	etwas unscharf, nach Roth verbreitert
—	—	—	—	—	—	—	—	5490·37	2	5490·37	1			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5473·76	3	5473·76	1			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5467·41	3	5467·41	1			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5459·57	1	—	—			—	—	
5456	6	—	—	5458·2	1	—	—	5457·75	4	5457·75	2			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5454·71	2			—	—	
—	—	—	—	5451·87	3	—	—	5451·95	8	5451·95	4			5451·95	2	stark nach Roth verbreitert
5444	2	—	—	—	—	—	—	5443·54	3	5443·54	2			5443·54	1	etwas unscharf, nach Roth verbreitert
—	—	—	—	5442·1	1	—	—	5442·54	2	5442·54	1			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5440·28	4	5440·28	2			5440·28	1	
5421	4	—	—	5421·9	2	—	—	5421·68	6	5421·68	4			5421·68	1	
—	—	—	—	5412·8	1	—	—	—	—	—	—			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5410·76	4	5410·76	2			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5407·70	2			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5402·95	2			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5397·90	2			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5394·20	1	5394·20	1			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5373·76	3	5373·76	1			—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5306·04	4	5306·04	1	5306·04	4	ziemlich scharf nach beiden Seiten hin; hat einen anderen Charakter als die vorhergehenden
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5287·24	5	5287·24	1	5287·24	4	»
—	—	—	—	5275·3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5265·05	1	—	—	—	—	
5258	6	—	—	—	—	—	—	5254·79	2	5254·79	1	5254·79	2	—	—	
—	—	—	—	5254·4	2	—	—	5253·09	4	5253·09	2	5253·09	3	—	—	
5222	7	—	—	5221·9	2	—	—	5221·65	5	5221·65	4	5221·65	4	5221·65	1	etwas unscharf
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5217·17	3	—	—	5217·17	2	verschwommen, nach beiden Seiten hin gleichmässig unscharf
—	—	—	—	5188·46	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5185·8	10	—	—	—	—	—	—	5187·47	5	5187·47	3	5187·47	4	5187·47	2	nach Roth etwas verbreitert
—	—	—	—	—	—	—	—	5177·81	2	5177·81	1	5177·81	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5176·56	4	5176·56	1	5176·56	2	ziemlich scharf, nach beiden Seiten hin gleichmässig verlaufend
5165	9	—	—	—	—	—	—	—	—	5166·03	5	5166·03	1	5166·03	7	»
—	—	—	—	5162·6	4	—	—	5162·59	5	5162·59	3	5162·59[1]	5	5162·59	1	undeutlich
—	—	—	—	5152·7	3	—	—	5151·74	4	5151·74	2	5151·74	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	5145·57	2	—	—	5145·57	6	5145·57	1	5145·57	8	ziemlich scharf, nach beiden Seiten hin gleichmässig verlaufend
—	—	5140	10	—	—	5141·91	1	—	—	5142·20	6	5142·20	1	5142·20	7	»
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5126·14	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	5120·0	1	—	—	5118·55	2	5118·55	1	5118·55	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5090·81	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5076·25	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	5063·2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

[1]) Wahrscheinlich doppelt.

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
5065	4	5065	10	—	—	5062·19	2	—	—	5062·35	8	5062·35	2	5062·35	9	ziemlich scharf, nach beiden Seiten hin gleichmässig verlaufend
—	—	—	—	—	—	—	—	5060·39	4	5060·39	2	5060·39	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5054·54	2	—	—	5054·54	1	—	—	
—	—	—	—	5051·3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	5049·18	3	—	—	5049·18	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5024·47	3	—	—	—	—	
5012	4	5012	2	—	—	5017·33	1	—	—	5017·46	8	5017·46	1	5017·46	9	„
—	—	—	—	5010·4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	5007	9	—	—	5009·43	2	—	—	5009·63	8	5009·63	1	5009·63	9	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4972·40	4	4972·40	1	4972·40	5	„
—	—	—	—	4969·6	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4965·5	4	4965·5	9	—	—	4965·24	2	—	—	4965·38	6	4965·38	2	4965·38	9	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4955·31	4	4955·31	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4949·53	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4943·17	4	—	—	4943·17	4	„
4938	2	4938	10	—	—	4933·41	1	—	—	4933·49	6	4933·49	3	4933·49	8	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4905·05	4	—	—	4905·04	4	„
—	—	—	—	—	—	—	—	4895·01	2	—	—	4895·01	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4893·57	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	4889·4	1	—	—	—	—	4888·88	4	—	—	4888·88	5	„
—	—	—	—	—	—	—	—	4888·21	5	4888·21	2	4888·21	5	—	—	
—	—	—	—	4882·3	2	—	—	—	—	4882·46	4	—	—	—	—	
4879	4	4879	10	—	—	4880·00	4	—	—	4880·14	8	4880·14	5	4880·14	10	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4867·72	5	—	—	4867·72	5	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3866·14	6	4866·14	2	4866·14	2	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4861·44	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	4849·9	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	4847·5	1	—	—	4847·96	3	—	—	4847·94	8	4847·94	4	4847·94	9	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4834·32	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4819·43	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	4807·8	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	4805·0	7	—	—	4806·17	6	—	—	4806·17	10	4806·17	5	4806·17	10	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4792·29	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4791·49	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4771·75	3	4771·75	1	4771·75	2	„
—	—	—	—	4768·3	1	—	—	4768·79	2	—	—	4768·79	1	—	—	
—	—	4763·0	1	—	—	4765·03	3	—	—	4765·04	5	4765·04	3	4765·04	5	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4754·64	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4753·02	2	—	—	4753·04	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4746·82	1	—	—	4746·82	1	—	—	
—	—	—	—	4738·2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	4732·4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	4734·5	6	—	—	4736·07	5	4736·03	1	4736·03	6	4736·03	6	4736·03	5	„
—	—	4726·6	2	—	—	4727·03	4	—	—	4727·00	4	4727·00	3	4727·00	5	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4708·66	3	4708·66	1	—	—	
4701·2	8	—	—	4702·50	4	—	—	4702·40	5	4702·40	1	4702·40	3	—	—	
—	—	4656·5	5	—	—	4658·08	4	4658·04	1	4658·04	5	4658·04	3	4658·04	5	„
—	—	—	—	—	—	—	—	4647·45	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4640·21	2	4640·21	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4637·35	2	—	—	4637·35	5	4632·35	1	4637·35	2	„
4629·5	5	—	—	4628·62	3	—	—	4628·60	8	—	—	4628·60	8	—	—	
—	—	4608·0	8	—	—	4609·74	6	4609·73	2	4609·73	8	4609·75	4	4609·75	6	„

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	—	—	4602·63	1	—	—	—	—	—	—	
4594·5	2	—	—	4596·21	3	—	—	4596·30	8	—	—	4596·30	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	4590·08	5	—	—	4590·05	7	4590·05	3	4590·04	6	ziemlich scharf, nach beiden Seiten hin gleichmässig verlaufend
—	—	4579·5	6	—	—	4579·53	5	—	—	4579·53	8	4579·53	4	4579·53	6	"
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4565·42	2	4564·55	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4564·55	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4563·87	3	4563·87	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4561·20	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4547·88	2	—	—	—	—	
—	—	4543·5	7	—	—	4545·22	5	—	—	4545·26	8	4545·26	6	4545·26	6	"
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4535·70	3	4535·70	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4530·73	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4523·54	1	—	—	—	—	—	—	
—	-	—	—	4522·39	3	—	—	4522·49	6	—	—	4522·49	4	—	—	
4514·0	2	—	—	4510·85	5	—	—	4510·90	10	—	—	4510·90	4	—	—	
4509·5	9	4509·5	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4503·11	1	—	—	4503·15	5	4503·15	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4501·66	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4498·68	4	4498·68	1	—	—	undeutlich, entspricht II
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4491·22	4	4491·22	1	4491·22	1	ziemlich scharf, nach beiden Seiten hin gleichmässig verlaufend
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4488·42[1])	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4482·00	5	4481·99	1	4481·99	6	4481·99	3	4481·99	5	"
—	—	4478·3	6	—	—	4475·02	2	—	—	4475·15	2	4475·15	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4460·68	2	—	—	4460·70	2	4460·70	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4450·22	3	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	4449·12	2	—	—	4449·13	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4443·55	1	—	—	4443·50	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4439·54	1	—	—	4439·50	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4434·62	2	"
—	—	—	—	—	—	4434·04	2	—	—	4434·10	3	4434·10	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4431·17	4	4431·16	2	4431·16	4	4431·16	2	4431·13	4	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	4430·36	6	4430·35	1	4430·35	4	4430·35	2	4430·35	5	"
—	—	4426·5	10	—	—	4426·17	9	4426·16	3	4426·16	8	4426·16	6	4426·16	8	"
—	—	—	—	—	—	—	—	4424·09	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	4422·5	10	—	—	4421·11	1	—	—	4421·06	2	4421·06	1	4421·06	4	"
—	—	—	—	—	—	4408·10	1	—	—	4408·06	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4401·16	5	4401·19	2	4401·19	6	4401·19	4	4401·19	6	"
—	—	4399·5	10	—	—	4400·27	3	4400·25	3	4400·25	5	4400·25	3	4400·25	5	"
—	—	—	—	—	—	4383·90	2	—	—	4383·94	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4379·83	6	4379·79	2	4379·79	6	4379·79	4	4379·79	6	"
—	—	4376·5	9	—	—	4376·11	3	—	—	4376·15	2	4376·15	2	4376·15	4	"
—	—	—	—	—	—	4375·20	1	—	—	4375·25	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4371·50	4	4371·46	1	4371·46	6	4371·46	2	4371·46	6	"
—	—	4369·0	9	—	—	4370·93	4	—	—	4370·92	6	4370·92	2	4370·92	6	"
—	—	—	—	—	—	4367·95	1	—	—	4368·04	1	—	—	4368·04	1	"
—	—	—	—	4363·97	1	—	—	4363·94	4	—	—	4363·94	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4362·23	2	—	—	4362·20	3	—	—	4362·20	3	"
—	—	—	—	—	—	4352·37	4	—	—	4352·40	5	—	—	4352·40	5	"

[1]) Diese Linie tritt nur im stärksten Flaschenfunken im 2 *mm*-Rohre auf, nicht aber im normalen zweiten Spectrum.

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	
—	—	4348·5	10	—	—	4348·22	10	4348·11	3	4348·11	10	4348·11	5	4548·11	10	ziemlich scharf
4345·0	5	—	—	4345·32	4	4345·33[1]	1	4345·27	10	—	—	4345·27	5	—	—	
—	—	—	—	—	—	4343·90	2	—	—	4343·90	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4337·24	1	4337·20	1	4337·20	1	4337·20	1	—	—	
—	—	—	—	4335·49	4	4335·47[1]	1	4335·42	8	—	—	4335·42	8	—	—	
4333·5	9	4333·5	9	4333·71	6	4333·70[1]	2	4333·65	6	4333·65	1	4333·65	5	4333·65	2	"
—	—	—	—	—	—	4332·21	3	—	—	4332·20	3	4332·20	1	4332·20	5	"
—	—	—	—	—	—	4331·35	6	4331·31	1	4331·31	8	4331·31	4	4331·31	8	"
—	—	—	—	—	—	—	—	4321·77	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4312·27	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4309·31	2	—	—	4309·31	2	—	—	4309·31	3	"
—	—	—	—	4304·03	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4300·82	3	—	—	4300·82	3	"
4300·5	9	—	—	4300·25	6	4300·82	2	4300·18	10	—	—	4300·18	5	—	—	
—	—	4299·00	9	—	—	4298·22	1	—	—	4298·20	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4288·06	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4283·05	3	—	—	4283·03	5	4283·02	3	4283·03	4	scharf
—	—	—	—	—	—	—	—	4278·21	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4278·02	5	sehr stark verbreitert, entspricht Blau II
—	—	4277·0	3	—	—	4277·72	6	4277·65	1	4277·65	10	4277·65	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	4275·33	1	—	—	4275·34	4	4275·34	1	—	—	
4272·0	8	4272·0	7	4272·30	6	—	—	4272·29	10	—	—	4272·29	8	4272·29	1	ziemlich scharf
4266·0	4	4266·0	6	4266·43	5	4266·68	6	4266·44	10	4266·44	8	4266·44	10	4266·44	8	"
—	—	—	—	—	—	—	—	4265·38	2	—	—	—	—	—	—	
4259·5	9	4259·5	8	4259·49	7	—	—	4259·50	10	—	—	4259·50	8	4259·50	2	"
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4255·73	1	4255·73	1	—	—	
4251·5	3	4251·5	2	4251·33	3	—	—	4251·27	6	—	—	4251·27	5	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4247·68	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4237·74	2	sehr stark verbreitert, entspricht Blau II
—	—	—	—	—	—	4237·40	3	—	—	4237·34	5	4237·34	2	—	—	
—	—	4228·5	6	—	—	4229·81	1	4228·27	2	4228·57	8	4228·27	4	4228·27	6	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	4229·02	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4228·31	5	—	—	4227·14	4	4227·14	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	4227·15	2	—	—	—	—	—	—	4223·83	3	sehr stark verbreitert, entspricht Blau II
—	—	—	—	—	—	4222·84	3	—	—	4222·76	6	4222·76	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4219·84	3	"
—	—	—	—	—	—	4218·84	3	—	—	4218·79	4	4218·79	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4212·37	2	—	—	4212·37	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4210·14	2	—	—	4210·14	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4203·92	1	"
—	—	—	—	4205·01	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4203·61	1	—	—	4203·54	4	4203·54	1	—	—	
—	—	—	-	—	—	4202·11	2	4202·11	4	4202·11	1	4202·11	1	4202·11	3	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	4199·23[1]	3	—	—	—	—	—	—	—	—	
4201·0	10	4201·0	10	4200·80	9	4189·77	1	4200·75	10	4200·75	1	4200·75	8	4200·75	3	"
4198·0	9	4198·0	9	4198·16	5	—	—	4198·40	10	—	—	4198·40	5	4198·40	2	"
4191·5	9	4191·5	9	4191·84	5	—	—	4191·02	10	4191·02	1	4191·02	8	4191·02	2	"
				4190·84	5			4190·85	5	4190·85	1	4190·85	5	4190·85	2	"

[1]) Diese Linien führt Kayser nur in seiner älteren Tabelle (Chemical News), nicht aber in den späteren (Sitzungsberichte der Berliner Akademie); in der That sind dieselben charakteristisch für das «rothe» (erste) Spectrum, nicht aber für das «blaue» (zweite) Spectrum, wie auch aus unseren Beobachtungen hervorgeht.

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
4183·0	8	4183·0	8	4182·00	5	4183·11	2	4182·03	9	4182·03	2	4182·03	7	4182·02	2	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4180·38	2	sehr stark verbreitert, entspricht Blau II
—	—	—	—	—	—	4179·48	1	—	—	4179·45	5	4179·45	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	4178·50	1	—	—	4178·58	5	4178·58	1	4178·58	3	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4182·97[1])	8	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4175·25[1])	5	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4174·20[1])	5	—	—	—	—	s. Bemerkung pag. 229
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4172·95[1])	5	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4172·05[1])	6	—	—	—	—	
4164·5	4	4164·5	8	4164·31	5	—	—	4164·36	9	4164·36	1	4164·36	6	4164·36	2	„
—	—	—	—	4162·91	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4159·5	10	4159·5	10	4158·72	9	—	—	4158·65	10	4158·65	1	4158·65	6	4158·65	4	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4157·30	3	sehr stark verbreitert, entspricht Blau II
4156·5	6	—	—	—	—	4156·30	2	—	—	4156·30	6	4156·30	1	—	—	
—	—	—	—	4154·66	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4152·97	5	—	—	4152·97	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4150·18	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4146·76	1	4147·36	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4146·68[1])	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4141·65	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4134·48	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4132·81	4	stark nach Roth verbreitert, entspricht Blau II
—	—	4131·5	3	—	—	4131·91	4	4131·95	2	4131·95	8	4131·95	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4129·89	2	4129·89	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4128·87	4	4128·87	1	4128·87	1	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	4112·92	1	—	—	4113·04	5	4113·04	1	4113·04	2	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4104·93	6	sehr stark verbreitert, besonders gegen Roth, entspricht Blau II
—	—	4105·0	8	—	—	4104·11	7	4104·10	2	4104·10	10	4104·10	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	4099·60	1	—	—	4099·59	3	4099·59	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4098·33	3	4098·33	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4097·27	1	—	—	4097·36	2	4097·36	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4089·04	1	—	—	4089·04	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4082·54	2	—	—	4082·59	6	4082·59	2	4082·53	2	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	4080·87	1	—	—	4080·85	4	4080·85	2	4080·4	3	sehr stark verbreitert
—	—	—	—	—	—	4079·71	2	—	—	4079·80	6	4079·80	2			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4077·70	3	sehr stark verbreitert, entspricht Blau II
—	—	—	—	—	—	4077·20	2	—	—	4077·15	2	4077·15	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4076·85	2	—	—	4076·85	8	4076·85	2	—	—	
—	—	4072·5	8	—	—	4072·58	3	—	—	4072·58	5	4072·58	1	} 4072·3	6	sehr verschwommen
—	—	—	—	—	—	4072·16	7	—	—	4072·18	8	4072·18	2			
—	—	—	—	—	—	4068·17	1	—	—	4065·79[2])	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4055·91	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4054·65	5	—	—	4054·65	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4053·50	1	verschwommen, entspricht Blau II
—	—	—	—	4054·66	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4053·11	1	—	—	4053·12	6	4053·12	1	—	—	

[1]) Diese Linie tritt nur im stärksten Flaschenfunken im 2 *mm*-Rohre auf, nicht aber im normalen zweiten Spectrum.
[2]) Diese Linie tritt nur bei sehr starkem Flaschenfunken auf, fehlt aber im normalen zweiten Spectrum.

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	—	—	4050·18	3	—	—	4050·18	1	—	—	
—	—	—	—	4046·62	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	4046·03	2	—	—	4046·04	6	—	—	4046·04	4	—	—	
—	—	—	—	4044·57	7	—	—	4044·52	10	—	—	4044·52	8	4044·52	1	ziemlich scharf
4044	9	4044·0	8	—	—	4043·04	4	—	—	4043·04	8	4043·04	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	4038·97	2	—	—	4038·99	6	4038·99	1	4038·99	3	„
—	—	—	—	—	—	4035·62	2	—	—	4035·58	5	4035·58	1	4035·58	1	„
—	—	4033·0	1	—	—	4034·02	2	—	—	4033·99	6	4033·99	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	4033·11	3	—	—	4033·11	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4023·73	1	—	—	4023·68[1]	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4017·99	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	4013·0	8	—	—	4014·00[1]	6	4013·97	2	4013·97	8	4013·97	4	4013·97	8	„
—	—	—	—	—	—	4013·10[1]	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	4011·53	1	—	—	4011·38	4	4011·38	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	4010·05	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3995·04	1	—	—	3994·81	4	3994·81	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3992·20	2	—	—	3992·17	6	3992·17	2	3992·17	2	„
—	—	—	—	—	—	3988·38	1	—	—	3988·37	3	3988·37	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3980·38	2	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3978·5	1	—	—	3979·54	3	3979·57	1	3979·57	7	3979·57	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	3974·86	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3974·65	2	—	—	3974·70	6	3974·70	1	3974·70	4	ziemlich scharf
—	—	3967·8	3	—	—	3968·50	4	—	—	3968·54	4	3968·54	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3960·62[2]	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3960·59	2	3960·24	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3958·53	2	—	—	3958·58	4	3958·58	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3953·64	2	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	—	—	3954·77	1	—	—	3954·77	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3952·89	1	—	—	3952·82	2	—	—	—	—	
3948·5	10	3948·5	9	3949·11	6	—	—	3949·08	10	—	—	3949·08	4	3949·08	2	ziemlich scharf
—	—	—	—	3947·65	4	—	—	3947·75	5	—	—	3947·75	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3947·15	3	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3946·29	4	—	—	3046·20	5	3946·20	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	3944·41	4	—	—	3944·50	6	3944·50	2	3944·50	4	ziemlich scharf
—	—	3943·5	3	—	—	—	—	3943·55	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3937·21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3934·20	3	3934·20	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3933·40	5	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3932·72	4	—	—	3932·71	6	3932·71	2	—	—	
—	—	3931·8	3	—	—	3931·38	2	—	—	3931·32	5	3931·32	2	3931·32	3	ziemlich scharf, etwas verbreitert
—	—	3928·5	9	—	—	3928·75	7	3928·78	1	3928·78	10	3928·78	5	3928·78	6	verbreitert
—	—	3927·5	3	—	—	3925·90	3	—	—	3925·93	6	3925·93	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3924·80	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	3915·0	1	—	—	3914·93	3	3914·93	1	3914·93	8	3914·93	2	3914·93	4	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3912·38	1	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3911·72	1	—	—	3911·69	6	3911·69	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3901·43	1	„
3904·5	8	—	—	—	—	3907·90	1	—	—	3907·80	6	3907·80	1	—	—	

[1] Diese Linien treten nur bei sehr starkem Flaschenfunken auf, fehlen aber im normalen zweiten Spectrum.
[2] Tritt nur im stärksten Flaschenfunken auf, coïncidiert n i c h t mit 3960·24 vom ersten Spectrum.

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	3900·07	1	3900·76	2	3900·04	4	—	—	3900·04	1	—	—	
—	—	—	—	3894·80	2	—	—	3894·78	5	—	—	3894·78	2	—	—	
—	—	3892·0	5	—	—	3892·13	4	—	—	3892·15	8	3892·15	2	3892·15	5	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	3891·55	2	—	—	3891·53	6	3891·53	1	3891·53	2	„
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3880·99	1	stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3880·43	1	—	—	3880·46	6	3880·46	1	—	—	
—	—	3875·5	2	—	—	3875·41	3	—	—	3875·40	8	3875·40	2	3875·40	4	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	3874·29	1	—	—	—	—	—	—	3872·91	2	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3871·8	2	—	—	3872·33	2	—	—	3872·26	6	3872·26	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3869·50	6	„
—	—	3868·5	8	—	—	3868·72	6	3868·68	1	3868·68	8	3868·68	3	—	—	
—	—	—	—	3866·35	1	—	—	3866·23	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3858·46	2	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3856·21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3855·37	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3854·52	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	3851·5	10	3850·69	1	3850·72	8	3850·70	3	3850·70	10	3850·70	5	3850·70	8	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	3846·86	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	3845·5	1	—	—	3845·54	1	—	—	3845·51	5	3845·51	1	3845·45	2	„
—	—	—	—	—	—	3844·92	1	—	—	3844·90	4	3834·90	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3842·25	1	verschwommen, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3841·71	1	—	—	3841·63	5	3841·63	1	—	—	
3835·5	3	3835·5	2	3834·77	4	—	—	3834·83	6	—	—	3834·83	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	3830·59	1	—	—	3830·58	5	3830·58	2	3830·58	1	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3827·67	5	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3827·5	2	—	—	3826·98	3	—	—	3826·92	6	3826·92	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	3925·87	1	—	—	3825·89	4	3825·89	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3819·30	1	—	—	3819·15	3	3819·15	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3810·52	4	„
—	—	3809·5	4	—	—	3809·65	3	3809·58	2	3809·58	6	3809·58	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	3808·75	1	—	—	3808·72	5	3808·72	1	3808·72	2	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3804·39	2	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3803·5	1	—	—	3803·38	2	—	—	3803·38	5	3803·38	3	—	—	
—	—	—	—	3801·05	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3800·43	1	—	—	3800·40[1]	3	—	—	3800·30	2	„
—	—	3799·5	1	—	—	3799·60	2	—	—	3799·65	5	3799·65	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	3796·88	1	—	—	3796·83	4	3796·83	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3795·51	3	—	—	3795·56[1]	7	—	—	3795·56	1	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	3786·54	2	—	—	3786·60	6	3786·60	2	3786·60	3	„
—	—	—	—	3781·46	2	3781·02	6	3781·50	4	—	—	3781·50	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3781·58	6	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3780·8	9	—	—	—	—	3781·07	5	3781·07	8	3781·07	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3776·91	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	3775·48	1	3776·89	1	3775·62	2	—	—	3775·62	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3771·58	3	stark verbreitert, entspricht II oder I
3770·5	1	3770·5	2	3770·44	3	3770·72	2	3770·80	4	3770·80	4	3770·81	4	—	—	

[1]) Diese Linien (3800 und 3795) treten nur bei sehr starkem Flaschenfunken auf, kommen aber im normalen zweiten Spectrum nicht vor.

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	
—	—	3766·0	8	—	—	3766·29	2	—	—	3766·30	5	3766·30	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3766·21	5	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3765·46	5	3765·48	2	3765·48	8	3745·48	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3764·40	2	"
—	—	—	—	—	—	3763·72	3	—	—	3763·76	6	3763·76	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	3760·43	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3756·54	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3754·28	3	3754·28	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3753·72	1	—	—	3753·60	5	3753·60	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	3750·43	1	—	—	3750·79	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3747·14	1	—	—	3747·25	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3746·75	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	3743·81	1	—	—	3743·95	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3739·88	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3738·97	4	"
—	—	3738·5	3	3738·03	1	3738·09	3	3738·04	1	3738·04	8	3738·04	5	—	—	
—	—	—	—	—	—	3735·54	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3734·70	5	3734·70	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3733·12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	3729·8	10	—	—	3729·45	9	3729·52	2	3729·52	10	3729·52	3	3729·52	6	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	3725·67	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3724·70	2	—	—	3724·67	4	3724·67	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3724·31	4	3724·31	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3720·62	1	—	—	3720·61	6	3720·61	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3718·82	4	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3718·0	4	—	—	3718·40	3	—	—	3718·39	8	3718·39	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	3717·37	1	—	—	3717·36	6	3717·36	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3716·70	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3714·74	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3712·94	2	—	—	3713·19	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3710·17	1	—	—	3710·11	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	3696·59	1	3696·16	1	3696·70	2	—	—	3696·70	1	—	—	
—	—	—	—	3691·00	2	3692·74	1	3691·09	4	—	—	3691·09	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3680·12	1	3680·30	5	3680·30	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3679·07	2	"
—	—	—	—	—	—	3678·48	2	3678·43	6	3678·43	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	3675·35	1	—	—	3675·38	2	—	—	3675·38	1	—	—	
—	—	—	—	3670·78	2	3670·07	1	3670·90	4	—	—	3670·90	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3669·70	1	—	—	3669·63	3	3669·63	1	—	—	
—	—	—	—	3663·39	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3660·64	1	—	—	3660·70	6	3660·70	3	—	—	
—	—	—	—	3659·63	2	—	—	3659·70	3	—	—	3659·70	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3656·27	1	—	—	3656·26	5	3656·26	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3655·92	2	"
—	—	—	—	—	—	3655·47	3	—	—	3655·52	6	3655·52	3	—	—	
—	—	—	—	3654·96	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3651·75	1	"
—	—	—	—	—	—	3651·14	1	—	—	3651·04	6	3651·04	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3650·31	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3650·26	2	—	—	3649·99	5	—	—	3649·99	3	—	—	
—	—	—	—	3643·23	2	—	—	3643·30	3	—	—	3643·30	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3640·56	2	"

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argonspectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argonspectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	3640·02	2	—	—	3640·00	6	3640·00	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	3638·02	7	—	—	—	—	—	—	3637·92	2	ziemlich scharf, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3637·21	1	—	—	3637·25	5	3637·25	2	—	—	
—	—	—	—	3634·59	3	—	—	3634·64	6	—	—	3634·64	2	—	—	
3632·5	2	—	—	3632·77	3	—	—	3632·82	6	—	—	3632·82	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3622·90	2	sehr stark verbreitert, entspricht II
3623·7	1	—	—	—	—	3622·35	2	—	—	3622·31	6	3622·31	2	—	—	
3622·8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	3617·5	2	—	—	—	—	—	—	3612·00	2	3612·00	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3611·11	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	3606·68	5	3606·07	2	3606·69	6	—	—	3606·69	2	3606·06	3	ziemlich scharf
3605·0	5	3605·0	3	—	—	—	—	—	—	3605·05	3	3605·05	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3603·98	1	—	—	3603·70	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3601·68	2	3601·68	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3601·10	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3600·24	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	3599·82	1	—	—	3599·19	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3598·60	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3592·20	1	—	—	—	—	—	—	3589·11	8	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3587·0	10	—	—	3588·63	9	3588·64	5	3588·64	10	3588·94	6	—	—	
—	—	—	—	—	—	3587·12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3586·12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3585·20	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	3582·72	1	—	—	—	—	3582·79	8	"
—	—	—	—	—	—	3582·55	7	3582·54	2	3582·54	6	3582·54	3	—	—	
—	—	3580·3	9	—	—	3581·80	4	3581·82	1	3581·82	6	3581·82	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	3580·44	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3577·27	8	"
—	—	—	—	—	—	3579·00	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	3575·0	9	—	—	3576·81	8	3576·80	3	3576·80	8	3576·80	5	—	—	
—	—	—	—	—	—	3573·29	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3572·42	2	—	—	3572·44	3	—	—	3572·44	1	—	—	
3566·5	4	3566·5	2	3567·79	4	—	—	3567·88	4	—	—	3567·88	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3565·78	3	"
—	—	—	—	—	—	3565·22	2	—	—	3565·20	5	3565·20	3	—	—	
—	—	—	—	3564·42	3	3564·59	1	—	—	3564·50	4	3564·50	1	—	—	
—	—	3564·0	2	—	—	—	—	3564·54	4	3564·54	3	3564·54	3	—	—	
3562·8	1	—	—	3563·36	3	3563·20	1	3563·50	4	—	—	3563·50	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	3562·39	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3561·21	7	3561·51	1	3561·51	4	3561·51	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3561·50	5	"
—	—	3560·0	2	—	—	—	—	—	—	3561·20	5	3561·20	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3560·15	5	"
—	—	3558·2	7	3559·60	1	3559·70	8	3559·69	3	3559·69	6	3559·69	5	—	—	
—	—	—	—	—	—	3558·67	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3557·03	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3556·17	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3555·11	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3556·14	2	—	—	3556·16	3	—	—	3556·16	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	3555·55	2	—	—	—	—	—	—	
3554·5	6	3554·5	4	3554·44	5	—	—	3554·48	4	—	—	3554·48	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	3551·95	1	—	—	—	—	3549·15	3	stark verbreitert, entspricht II

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argonspectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argonspectrum)		Mischspectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	3547·5	4	—	—	3548·68	2	—	—	3548·69	5	3548·69	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3546·58	10	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3546·01	5	—	—	3546·03	10	3546·03	2	—	—	
—	—	3544·5	7	3545·95	1	3545·79	5	—	—	3545·78	10	3545·78	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3536·00	4	stark verbreitert, entspricht II
—	—	3534·3	4	—	—	3535·51	3	—	—	3535·53	6	3535·53	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	3522·10	1	—	—	3522·14	5	3522·14	1	3522·14	1	scharf, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3521·43	2	—	—	3521·46	5	3521·46	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3520·70	4	stark verbreitert, entspricht II
—	—	3520·5	3	—	—	3520·19	3	—	—	3520·15	6	3520·15	3	—	—	
—	—	3519·2	4	—	—	3518·08	1	—	—	3519·52	3	3519·52	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3517·94[1])	1	—	—	—	—	—	—	3514·98	8	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3513·5	6	3514·51	1	3514·58	4	3514·53	1	3514·53	8	3514·53	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	3514·35	4	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3511·80	1	—	—	3511·79	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3511·29	8	—	—	3511·35	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3510·26	5	stark verbreitert, entspricht II
—	—	3508·8	4	3509·93	1	3509·96	3	—	—	3509·93	6	3509·93	4	—	—	
—	—	—	—	—	—	3509·48	3	—	—	3509·54	2	3509·54	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3507·80	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3507·27	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3506·65	2	3506·43	1	3506·64	2	—	—	3506·64	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3505·08	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3503·73	2	—	—	3503·76	2	—	—	3503·76	2	ziemlich scharf
—	—	—	—	—	—	3502·84	2	—	—	3502·00	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3500·72	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3499·82	3	—	—	3499·85	3	—	—	3499·85	2	„
—	—	—	—	—	—	3498·42	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3497·22	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3495·19	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3493·44	1	3493·56	1	3493·40	3	—	—	—	—	—	—	
—	—	3490·0	10	—	—	3491·72	7	—	—	3491·71	10	3491·71	3	3491·71	5	stark verbreitert (coïncidiert)
—	—	—	—	—	—	3491·44	5	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3491·03	2	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3488·32	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3484·12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3480·64	5	—	—	3480·69	5	3480·69	2	3480·69	2	mässig verbreitert
—	—	—	—	—	—	3478·41	2	—	—	3478·42	6	3478·42	2	3478·36	2	mässig verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3477·38	6	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	3475·7	7	3476·89	1	3476·93	5	3476·96	1	3476·96	8	3476·96	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	3473·37	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3472·71	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3471·44	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3466·89	4	stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3466·53	2	—	—	3466·40	4	3466·40	1	—	—	

[1]) Diese Linien führt Kayser nur in seinen älteren Tabellen (Chemical News), nicht aber in den späteren (Sitzungsberichte der Berliner Akademie).

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3466·07	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3464·81	3	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3464·36	2	—	—	3464·33	6	3464·33	3	—	—	
—	—	—	—	3461·19	3	—	—	3461·23	4	—	—	3461·23	2	—	—	
—	—	—	—	3455·03	1	—	—	3455·14	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3455·57	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3454·84	4	„
—	—	3453·5	1	—	—	3454·30	2	—	—	3454·30	5	3454·30	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	3450·22	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	...	—	—	—	—	—	—	—	3448·46	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3445·25	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3442·64	1	—	—	3442·77	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3438·17	2	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3432·75	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3431·10	2	„
—	—	—	—	—	—	3430·65	1	—	—	3430·58	4	3430·58	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3429·85	1	—	—	3429·81	4	3429·81	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3424·39	1	—	—	3424·41	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3422·32	2	„
—	—	—	—	—	—	3421·82	2	—	—	3421·80	5	3421·80	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3417·61	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3414·61	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3413·67	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3406·43	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	3406·29	1	—	—	3406·29	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3404·43	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3398·02	1	—	—	—	—	3397·97	2	3397·97	1	—	—	
—	—	—	—	3393·85	3	—	—	3394·03	4	—	—	3394·03	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3393·46	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	3392·89	2	—	—	3392·94	3	—	—	3292·94	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3391·96	4	—	—	3391·86[1]	6	—	—	—	—	
—	—	—	—	3389·96	1	—	—	3390·05	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3888·94	3	sehr stark verbreitert, besonders gegen Roth, entspricht II
—	—	3388·0	1	3388·46	1	3388·71	4	—	—	3388·65	6	3388·65	2	—	—	
—	—	—	—	3387·70	1	—	—	3387·80	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3384·94	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3383·87	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	3381·57	1	—	—	3381·67	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3381·27	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3379·67	1	—	—	3379·73	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3377·38	3	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3376·62	3	—	—	3376·61	6	3376·61	3	—	—	
—	—	—	—	3373·59	2	—	—	3373·65	3	—	—	3373·65	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3371·08	1	—	—	3371·07	4	3371·07	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3366·76	1	—	—	3366·75	4	3366·75	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3365·66	1	—	—	3365·67	3	3365·67	1	—	—	
—	—	—	—	—	—	3361·97	1	—	—	3361·33	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3361·42	2	—	—	—	—	—	—	—	—	

[1]) Diese Linie (3391) tritt nur bei sehr starkem Flaschenfunken auf, kommt aber im normalen zweiten Spectrum nicht vor.

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	
—	—	—	—	3360·15	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3358·63	6	—	—	3358·67	2	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3355·30	1	—	—	—	—	—	—	3351·80	3	sehr stark verbreitert, entspricht II
—	—	—	—	—	—	3352·25	2	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3351·11	3	—	—	3351·10	5	3351·10	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	3348·16	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3344·86	6	—	—	3344·89	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3342·53	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3341·64	1	3341·52	1	—	—	3341·88	1	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3339·60	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3336·27	6	—	—	3336·32	3	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3332·97	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3327·44	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3325·63	2	—	—	3325·63	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3323·67	2	3323·91	1	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3319·46	3	—	—	3319·42	2	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3314·62	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3311·32	6	—	—	3311·34	4	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3308·04	1	—	—	—	—	—	—	3308·13	2	„
—	—	—	—	—	—	3307·37	3	—	—	3307·37	6	3307·37	3	—	—	
—	—	—	—	—	—	3306·50	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3305·72	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3305·25	2	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3303·08	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3302·50	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3301·94	7	—	—	3301·97	5	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	3298·65	2	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	3295·44	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3294·58	3	„
—	—	—	—	—	—	3293·77	4	—	—	3293·82	5	3293·82	2	—	—	
—	—	—	—	—	—	3289·20	2	—	—	—	—	—	—	von da ab nicht mehr weiter gemessen		
—	—	—	—	—	—	3285·91	8	—	—	3285·91	6	—	—			
—	—	—	—	—	—	3282·66	2	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	3281·87	3	—	—	3281·83	6	3281·83	2			
—	—	—	—	—	—	3273·48	1	—	—	3273·40	3	—	—			
—	—	—	—	—	—	3271·12	1	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	3263·95	1	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	3263·72	2	—	—	3263·71	5	3263·71	1			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3259·73	1	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3258·95	1	—	—			
—	—	—	—	—	—	3251·89	3	—	—	3251·90	1	—	—			
—	—	—	—	—	—	3249·97	4	—	—	3249·95	3	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	3245·64	1	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	3244·51	1	3243·85	4	—	—	3243·85	2	—	—			
—	—	—	—	—	—	3237·92	1	—	—	3237·05	3	—	—			
—	—	—	—	—	—	3236·81	1	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3230·30	1	von da ab wurde das Mischspectrum nicht mehr gemessen, weil es sich sehr wenig vom reinen ersten Spectrum unterscheidet				
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3226·16	2					
—	—	—	—	—	—	3222·18	1	—	—	3222·62	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3221·41	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3217·89	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3216·98	2					
—	—	—	—	—	—	3212·74	1	—	—	3212·76	4					

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	λ	i	
—	—	—	—	—	—	3210·68	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3207·85	1					
—	—	—	—	—	—	3204·47	2	—	—	3204·49	5					
—	—	—	—	—	—	3196·11	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3194·40	1	—	—	3194·52	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3187·97	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3186·42	2					
—	—	—	—	—	—	3183·17	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3181·17	3	—	—	3181·26	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3179·30	1					
—	—	—	—	3175·11	1	—	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3173·26	1					
—	—	—	—	—	—	3171·77	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3169·81	4	—	—	3169·88	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3167·70	2					
—	—	—	—	—	—	3165·48	1	—	—	3165·36	3					
—	—	—	—	—	—	3161·52	3	—	—	3161·64	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3159·47	1					
—	—	—	—	—	—	3157·58	2	—	—	3157·13	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3154·06	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3152·89	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3150·70	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3148·53	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3146·63	1					
—	—	—	—	—	—	3139·16	3	—	—	3139·26	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3137·88	2					
—	—	—	—	3131·90	2	—	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	3125·70	4	—	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3128·00	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3125·98	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3116·16	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3110·44	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3104·63	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3102·88	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3100·21	1					
—	—	3092·7	5	—	—	3093·48	3	—	—	3093·57	8					
—	—	3084·8	4	—	—	—	—	—	—	3085·29	1					
—	—	—	—	—	—	3083·72	1	—	—	3083·15	2					
—	—	—	—	—	—	3078·21	2	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3067·16	2					
—	—	—	—	—	—	3067·00	1	—	—	—	—					
—	—	3064·7	2	—	—	3064·83	2	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3054·85	3	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3048·55	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3046·13	1	—	—	3046·28	2					
—	—	3042·7	3	—	—	—	—	—	—	3046·15	2					
—	—	—	—	—	—	3039·48	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	3034·7	4	—	—					
—	—	—	—	—	—	3033·62	2	—	—	3033·76	4					
—	—	—	—	—	—	3031·76	1	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3029·02	2	3029·10	2	3029·10	6					
—	—	—	—	—	—	3027·18	1	3027·07	1	3027·07	2					

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	3024·08	3	—	—	—	—					
—	—	—	—	3021·52	4	—	—	3021·9	4	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3014·70	1					
—	—	—	—	—	—	3002·67	4	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	3000·63	2	—	—	3000·70	3					
—	—	2998·2	1	—	—	2979·16	4	2979·35	2	2979·35	8					
—	—	2978·6	1	2972·60	1	—	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	2968·39	2	—	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	2967·35	5	—	—	2967·3	5	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2960·45	3					
—	—	—	—	—	—	2955·37	2	—	—	2955·67	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	2943·17	1	2943·17	8					
—	—	2942·7	2	—	—	2942·94	5	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2932·90	2					
—	—	—	—	—	—	2931·52	2	—	—	2931·72	3					
—	—	2929·6	1	—	—	2924·68	1	—	—	2924·92	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2916·3	2					
—	—	—	—	—	—	2896·91	1	—	—	2896·97	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	2893·5	1	—	—					
—	—	—	—	—	—	2891·73	2	2891·87	3	2891·87	6					
—	—	—	—	—	—	2884·24	5	—	—	2884·1	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2879·0	4					
—	—	—	—	—	—	2878·79	2	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2874·6	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	2873·5	3	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	2866·0	1	2866·0	5					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2860·9	1					
—	—	—	—	—	—	2855·29	3	—	—	2855·4	3					
—	—	—	—	—	—	2853·27	1	—	—	2853·5	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2847·0	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2843·7	3					
—	—	—	—	—	—	2842·88	2	—	—	2842·6	3					
—	—	2830·2	1	—	—	—	—	2833·6	3	—	—					
—	—	—	—	—	—	2824·47	1	—	—	2824·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2818·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2809·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2806·3	8					
—	—	—	—	—	—	—	—	2802·2	3	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2800·7	1					
—	—	—	—	—	—	2796·66	2	—	—	2797·0	3					
—	—	2794·4	2	—	—	—	—	—	—	2795·65	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2789·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2785·3	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2784·6	2					
—	—	—	—	—	—	2774·90	1	—	—	2775·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2769·7	8					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2764·5	4					
—	—	—	—	—	—	2762·11	3	—	—	2762·1	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2757·2	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2753·9	8					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2744·88	8					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2741·1	2					
—	—	2734·5	2	—	—	—	—	—	—	2732·67	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2724·8	1					

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argonspectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argonspectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2720·4	1					
—	—	2707·2	0·5	—	—	—	—	—	—	2708·40	8					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2701·8	1					
—	—	2693·0	1	—	—	—	—	—	—	2692·8	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2683·6	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2678·6	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2674·3	2					
—	—	2661·2	2	—	—	—	—	—	—	2663·7	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2662·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2662·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2660·8	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2660·3	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2654·8	2					
—	—	2652·6	3	—	—	—	—	—	—	2652·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2650·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2647·6	8					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2640·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2637·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2634·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2632·3	1					
—	—	2629·5	1	—	—	—	—	—	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2627·8	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2625·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2621·4	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2617·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	2614·6	4	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	2614·2	1	2614·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2592·3	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2585·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2579·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	2577·6	1	—	—					
—	—	2571·2	2	—	—	—	—	2571·5	1	2571·5	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2570·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2569·3	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2568·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2566·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2565·8	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2564·7	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2562·3	6					
—	—	2560·7	1	—	—	—	—	—	—	2559·5	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2556·8	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2553·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2549·8	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2547·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2546·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2544·8	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2540·1	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	2536·7[1])	8	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2536·0	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2534·8	5					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2528·6	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2525·6	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2522·5	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2516·8	8					

[1]) Ist eine Quecksilber-Hauptlinie, welche im Geisslerrohre stark auftritt und von Spuren Hg-Dampf herrührt.

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	—	—	2516·3	4	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2515·6	8					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2512·3	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2510·6	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2507·3	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2504·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2503·9	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2501·8	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2500·4	5					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2499·5	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2497·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2496·0	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2494·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2492·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2491·0	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2488·9	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2487·0	1					
—	—	2484·9	1	—	—	—	—	—	—	2484·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2483·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2482·3	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2481·6	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2480·9	5					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2479·2	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	2478·65	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2477·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	2476·55	—	—	—					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2475·6	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2474·2	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2473·1	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2470·4	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2468·8	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2463·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2460·2	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2458·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2457·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2456·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2455·3	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2454·5	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2453·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2449·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2447·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2444·9	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5443·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2442·7	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2441·3	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2440·1	3					
—	—	2438·5	2	—	—	—	—	—	—	2438·8	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2436·9	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2432·8	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2430·5	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2430·1	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2429·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2425·4	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2424·6	2					

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2423·9	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2423·6	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2422·7	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2421·6	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2420·6	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2418·9	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2417·3	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2415·7	6					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2414·3	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2413·2	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2412·6	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2411·2	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2410·4	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2409·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2408·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2406·7	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2405·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2404·4	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2403·4	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2403·3	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2400·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2399·3	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2398·4	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2397·5	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2395·7	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2391·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2388·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2386·8	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2383·6	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2382·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2381·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3380·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2372·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2369·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2367·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2364·2	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2362·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2361·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2360·2	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2358·5	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2357·7	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2355·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2354·3	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2353·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2350·6	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2346·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2345·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2344·4	5					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2339·9	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2337·8	5					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2333·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2331·7	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2328·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2324·7	1					

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2319·5	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2318·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2317·6	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2316·5	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2315·0	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2314·0	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2309·4	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2307·5	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2305·8	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2302·1	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2300·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2300·3	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2295·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2293·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2292·2	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2290·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2289·9	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2288·8	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2287·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2285·8	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2284·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2283·3	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2282·6	5					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2275·3	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2275·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2272·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2269·8	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2268·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2267·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2265·2	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2263·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2257·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2256·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2255·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2254·4	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2252·4	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2251·5	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2249·4	1					
—	—	2246·6	3	—	—	—	—	—	—	2246·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2243·7	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2241·8	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2241·1	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2237·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2236·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2235·7	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2234·7	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2233·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2231·6	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2230·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2229·7	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2227·4	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2225·8	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2221·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2221·4	1					

Crookes				Kayser				Eder und Valenta								
«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		«rothes» Argon-spectrum (erstes Spectrum)		«blaues» Argon-spectrum (zweites Spectrum)		reines I. Spectrum (rothes Argon-spectrum)		reines II. Spectrum (blaues Argon-spectrum)		Misch-spectrum des I. und II. Spectrums		weisses III. Spectrum, 20 *mm* Druck, Ölcondensator		Anmerkungen zu III, weisses Spectrum
λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	λ	*i*	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2219·9	4					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2219·0	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2216·3	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2211·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2210·5	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2205·8	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2195·6	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2191·7	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2191·4	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2190·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2187·3	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2185·5	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2181·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2175·6	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2174·7	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2171·5	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2165·8	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2164·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2162·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2159·3	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2154·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2153·3	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2151·2	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2130·6	3					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2129·5	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2126·7	2					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2120·0	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2116·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2106·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2103·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2092·1	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2078·3	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2077·2	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2063·9	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2057·6	1					
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2050·5	1					

Bemerkungen zu unseren Tabellen.

In unseren Tabellen legen wir die Resultate unserer Messungen der drei typischen Argonspectren, sowie eines der Mischspectren nieder. Es sind dies die Spectrallinien, welche in der hell leuchtenden Capillare auftreten. Die beigegebenen Zahlen von Crookes und Kayser erleichtern die Vergleichung der Beobachtungsresultate. Die gute Dispersion unseres Gitterapparates hat zur Folge, dass mannigfache Liniengruppen besser aufgelöst und manche von Crookes als einfach geführte Linie als charakteristische Doppellinie erkannt wurde. Das letztere gilt von den Doppellinien im «rothen» Argonspectrum:

$$\left\{\begin{matrix}5889\\5883\end{matrix}\right\}, \left\{\begin{matrix}5559\cdot9\\5559\cdot0\end{matrix}\right\}, \left\{\begin{matrix}4191\\4190\end{matrix}\right\}, \left\{\begin{matrix}3949\\3947\end{matrix}\right\} \text{etc., s. Tabelle;}$$

im «blauen» Argonspectrum:

$$\left\{\begin{matrix}4401\\4400\end{matrix}\right\}, \left\{\begin{matrix}4371\\4370\end{matrix}\right\}, \left\{\begin{matrix}4228\\4227\end{matrix}\right\}, \left\{\begin{matrix}4072\cdot58\\4072\cdot18\end{matrix}\right\} \text{etc., s. Tabelle.}$$

Wir ermittelten die charakteristische Linienvertheilung im ersten und zweiten Spectrum und bemerken, dass in den Bezirken von $\lambda = 4333$ bis 4331 keine coïncidierende gemeinsame Hauptlinie ($\lambda = 4333$) vorkommt, wie Crookes irrthümlich annimmt, sondern benachbarte Liniengruppen verschiedener Wellenlänge. Ähnliches ist im Bezirke $\lambda = 4046$ bis 3948 der Fall, ferner bei $\lambda = 4044$ im ersten Argonspectrum und bei $\lambda = 4043$ im zweiten Argonspectrum, welche völlig verschiedene Hauptlinien beiderlei Spectren sind und nicht coïncidieren, während Crookes eine coïncidierende Linie, $\lambda = 4044$, annimmt und auch bei der Doppellinie des ersten Argonspectrums $\lambda = \begin{Bmatrix} 3949 \\ 3947 \end{Bmatrix}$ und der Doppellinie des zweiten Argonspectrums $\lambda = \begin{Bmatrix} 3946 \\ 3944 \end{Bmatrix}$, welche Crookes als eine einzige starke coïncidierende Linie ($\lambda = 3948$) annimmt etc. Die Crookes'sche Linie $\lambda = 4422 \cdot 5$ (10) wurde in dieser Intensität im blauen Argonspectrum weder von uns noch von Kayser beobachtet, sondern nur als schwache Linie erhalten.

Die Crookes'sche Linie des ersten Argonspectrums $\lambda = 3904 \cdot 5$, von welcher Kayser sagt, dass sie bei ihm fehle, ist nach unserer Ansicht mit der von uns gemessenen Linie $\lambda = 3900 \cdot 04$ identisch, denn wir beobachteten dieselbe mit der ziemlich grossen Intensität (4); da jedoch diese Linie im zweiten Spectrum eine benachbarte Linie $\lambda = 3907 \cdot 80$ findet und im Mischspectrum beide auftreten, so hat Crookes wahrscheinlich die Mitte mit $\lambda = 3904$ gemessen. In ähnlicher Weise dürfte die von Crookes mit $\lambda = 5746$ als intensive Linie des ersten Spectrums angegebene Linie, welche Kayser nicht auffinden konnte, auf eine ungenaue Messung derselben, von uns mit $\lambda = 5739 \cdot 87$ bestimmten Linie zurückzuführen sein, denn diese Linie ist die hellste in diesem Bezirke. Prof. Kayser erwähnt, dass er die Crookes'sche Linie des zweiten Spectrums $\lambda = 4938$ ($i = 10$) nicht finden konnte; wir beobachteten an dieser Stelle zwei ziemlich helle Linien: $\lambda = 4943 \cdot 17$ ($i = 4$) und $4933 \cdot 49$ ($i = 6$), welche bei Anwendung grosser Condensatoren an Helligkeit gewinnt und im rothen Spectrum zurücktritt (s. unsere Tabelle).

Wahrscheinlich hat Crookes diese beiden benachbarten Linien für eine einzige gehalten und den Mittelwert approximativ mit $\lambda = 4938$ angegeben, welche Verwechslung allerdings bei Anwendung von Gitterspectrographen kaum möglich ist.

Die beigegebenen heliographischen Tafeln, welche Facsimile unserer photographischen Bilder sind, dürften eine wesentliche Erleichterung für das weitere Studium des Argonspectrums abgeben und einen willkommenen Behelf zur Identificierung dieses Spectrums bilden. Sie illustrieren insbesonders gut die von uns wiederholt betonten Schwankungen des Argonspectrums, welche die Vermuthung bestärken, dass das Argon kein einfacher Körper, sondern ein Gemisch von mindestens zwei Elementen sei. Wir glauben, dass aus unserer Arbeit Andeutungen zu entnehmen sind, welche den Liniengruppen der einen oder der anderen hypothetischen Componente angehören könnten.

Nachtrag.

Nachdem wir unsere vorliegende Arbeit: «Spectralanylische Untersuchung des Argons», am 11. Juni 1896 der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien überreicht hatten, ersuchte uns Herr Professor Dr. Max Bamberger, ein von ihm in den Gasausströmungen einer Quelle in Perchtoldsdorf bei Wien abgeschiedenes Gas, welches vermuthlich Argon war, auf spectralanalytischem Wege zu prüfen. Nachdem wir dieses Gas mit Sicherheit als Argon erkannt hatten, stellten wir Herrn Dr. Bamberger das Resultat unserer Untersuchungen in folgendem Wortlaute zur Verfügung; unsere Mittheilung wurde in der Abhandlung Dr. Bamberger's: «Über den Nachweis von Argon in dem Gase einer Quelle in Perchtoldsdorf bei Wien» (Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. der Wissensch. in Wien, math.-naturw. Classe, Bd. CV, Abth. II, 6. Juli 1896) zum Abdrucke gebracht.

Sie lautet:

«Das von Herrn Dr. Bamberger aus den Gasen einer Quelle in Perchtoldsdorf abgeschiedene Gas, welches vermuthlich aus Argon bestand, wurde durch das gastechnische Institut von Goetze in Leipzig in Plücker'sche Röhren gefüllt, nachdem es mit Phosphorpentoxyd nochmals sorgfältig getrocknet worden war.

Der Druck, bei welchem die Füllung der Plücker'schen Röhren erfolgte, war nach unseren Angaben = 0·1, 1, 2, 2·5, 5 und 10 *mm*; die Röhren hatten eine für die Beobachtung der Capillare in Longitudinalrichtung geeignete Form.

Bei der Untersuchung des fraglichen Gases wurde nach jenen Grundsätzen vorgegangen, welche wir in unserer Abhandlung «Spectralanalytische Untersuchung des Argons» zur Identificierung des Argons aufgestellt hatten.

Zunächst wurde der Flaschenfunke eines grossen Inductoriums durch eine Röhre von 2 *mm* Druck geleitet. Es zeigte sich anfangs ein orangegelbes Glimmlicht und die Capillare zeigte deutlich das Bandenspectrum des Stickstoffes, sowie Spuren von Quecksilberlinien. Nach einigen Minuten begann das Stickstoffspectrum zu verblassen und nach einigen Stunden waren nur Spuren desselben zu bemerken; auch die Hg-Linien verschwanden, die Capillare zeigte nunmehr die charakteristische Linie des «blauen» Argonspectrums im sichtbaren Theile des Spectrums in reinem Zustande. Beim Ausschalten der Flasche änderte sich die blaue Farbe der Capillare in die für das andere Argonspectrum eigenthümliche rothe, und im Spectroskope konnte der hiermit verbundene Linienwechsel beobachtet werden. Es wurde nun daran gegangen, sowohl das erste, als das zweite Spectrum mittelst des Concav-Gitterspectrographen zu potographieren, um die Argonlinien sicher ausmessen zu können. Als zu diesem Zwecke der elektrische Strom verstärkt wurde, trat eine Änderung des Capillarlichtes ein und das Verhalten der Argonröhren änderte sich auch in der Weise, dass beim Ausschalten der Leydenerflasche die Farbe der Capillare blau blieb und nicht mehr in die rothe übergieng. Dies Verhalten, welches mit dem Zurücktreten des Argonspectrums verbunden ist, beobachteten wir schon bei unseren früheren Untersuchungen, falls nicht ganz reines Argon vorliegt. Es waren nämlich die fremden Gase (N, H, Hg) von den Aluminium-Elektroden absorbiert, aber beim späteren stärkeren Erhitzen (Glühen) beim Eintritt starken Stromes wieder abgegeben. Erst wenn die elektrische Verdampfung der Eelektroden und Ablagerung des Aluminiums an den benachbarten Röhrentheilen so bedeutend ist, dass in diesen Theilen die Absorption der fremden Gase allmählich erfolgt, so bleiben die Argonröhren constant, es tritt der Wechsel vom «blauen» in das «rothe» Spectrum regelmässig und dauernd auf und dann erst kann an die Fetstellung des Argonspectrums mittelst des Spectrographen gegangen werden.

Auch bei den vorliegenden Röhren wurde dieser Vorgang eingehalten.

Nunmehr wurde die photographische Aufnahme des Argonspectrums vom Bezirk $\lambda = 4806$ bis $\lambda = 3307$ auf Bromsilbergelatineplatten vorgenommen, weil, wie wir (a. a. O.) nachgewiesen haben, dieser Bezirk besonders geeignet zur Identificierung des Argons ist. Es ergab sich nach einer 10 Minuten andauernden Belichtung (unter Anwendung eines Quarzcondensors mit gekreuzten Cylinderlinsen aus Bergkrystall) ein wohl definiertes Bild des Argonspectrums, welches mit einem von uns — gelegentlich unserer Untersuchungen über die verschiedenen Spectren des Argons — photographierten Spectrum von reinem, von Lord Rayleigh uns freundlichst übersendeten Argon verglichen wurde.

In ähnlicher Weise wurden mit den Röhren von 0·1, 1, 5 und 10 *mm* Druck Vorversuche gemacht, wobei sich jedoch die Schwierigkeit ergab, dass sich aus den Röhren von höherem Drucke nur sehr langsam das Stickstoffspectrum durch das Hindurchschlagen des Funkens zurückdrängen liess. Aus diesem Grunde wurde eine Reihe der definitiven Messungen an probeweise gewählten charakteristischen Linien an einem gut gereinigten 2 *mm*-Rohre vorgenommen, deren Resultate in nachfolgender Tabelle mitgetheilt sind.

I. Wellenlängen des «rothen» (ersten) Argonspectrums, welche zur Identificierung des Argons an einigen charakteristischen Linien gemessen wurden.

λ = 4628·60 AE.	λ = { 4200·75 AE.	λ = 3850·70 AE.
4545·26	{ 4198·40	3834·83
4522·49	4158·65	3729·52
4510·90	4104·10	3606·67
4272·29	3949·08	3588·63
4259·50	3947·75	3491·71

II. Wellenlängen des «blauen» (zweiten) Argonspectrums, welche zur Identificierung des Argons an einigen charakteristischen Linien gemessen wurden.

λ = 4806·17 AE.	λ = { 4371·51 AE.	λ = 3850·70 AE.
4765·04	{ 4370·92	3781·07
4736·03	{ 4332·20	3729·52
4727·00	{ 4331·31	3622·31
4658·04	4300·18	3588·63
4609·73	4277·65	3546·03
4590·05	4266·44	3545·78
4579·53	4158·65	3491·71
4545·26	4131·95	3476·96
4481·99	4104·10	3388·65
{ 4431·16	4072·18	3351·10
{ 4430·35	4013·97	3307·37
{ 4401·19	3968·54	
{ 4400·25	3868·68	

Hieraus geht hervor, dass eine vollkommene Übereinstimmung der in beiden Tabellen angeführten Linien des Dr. Bamberger'schen Argons mit dem von uns festgestellten Normalspectrum des Lord Rayleigh'schen Argons herrscht. Ausser den hier angeführten und genauer präcisierten Argonlinien coïncidierten auch die anderen Linien auf den photographischen Versuchsplatten beiderlei Spectren und es waren in dem gereinigten Versuchsrohre keinerlei fremde Spectrallinien anderer Gase vorhanden».